



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SAMPSA TURPEINEN  
INFRARAKENNUSTYÖMAAN YMPÄRISTÖMITTARI

Diplomityö

Tarkastajat: professori Pauli Kolisoja  
ja yliopisto-opettaja Minna Leppä-  
nen  
Tarkastajat ja aihe hyväksytty  
2.5.2018

# TIIVISTELMÄ

**SAMPSA TURPEINEN:** Infrarakennustyömaan ympäristömittari

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 92 sivua, 11 liitesivua

Toukokuu 2018

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Infrarakenteet

Tarkastajat: professori Pauli Kolisoja ja yliopisto-opettaja Minna Leppänen

Avainsanat: infrarakentaminen, ympäristövaikutusten arviointi, ympäristömittari

Infrarakennustyömailla ympäristön huomiointi on osa jokapäiväistä riskienhallintaa. Infrarakennustyömaiden käyttöön ei kuitenkaan ole vielä kehitetty ympäristönhallintamenetelmiä, joilla seuranta voitaisiin tehdä dokumentoidusti. Lisäksi käytössä olevat ympäristömittarit on kehitetty pääosin talonrakennuksen tai muun toimialan näkökulmasta. Ympäristöhallinnan heikkouksien ja puutteiden havaitseminen ainoastaan toteutuneiden riskien ja poikkeamien kautta on sekä ekologisesti että taloudellisesti kestäväntöntä. Tämän diplomityön tavoitteena oli kehittää infrarakennustyömaille ympäristönhallinnan mittaumenetelmä, jolla voidaan ennaltaehkäistä haitallisia ympäristövaikutuksia. Työssä tutkittiin, mitä ympäristömittarilla tulee mitata ja kuinka mittaus käytännössä kannattaa toteuttaa.

Työ koostuu kirjallisuuskatsauksesta ja teemahaastatteluista. Kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin ympäristövastuullisen yritystoiminnan liiketoiminnallisia hyötyjä, infrarakennustyömaan ympäristövaikutuksia ja mittarilta vaadittavia ominaisuuksia. Kirjallisuudesta selvitettyjä asioita täydennettiin asiantuntijahaastatteluilla.

Tutkimus osoitti, että infrarakennustyömaan keskeisiä ympäristövaikutuksia ovat melu, pöly, tärinä, erilaiset päästöt, luonnonvarojen kulutus, jätteiden tuottaminen ja energian kulutus. Mittari kehitettiin niin, että se huomioi mahdollisimman hyvin edellä mainittuja vaikutuksia ja sen avulla voidaan seurata, kuinka hyvin työmaalla on otettu huomioon kyseisistä vaikutuksista aiheutuvat riskit. Lisäksi mittari kehitettiin sellaiseksi, että se on mittausteorian mukaan toimiva mittari. Mittarin oleellisia ominaisuuksia ovat muun muassa valideetti, reliabiliteetti, relevanssi ja käytännöllisyys, joista käytännöllisyys nousi teorian ja haastatteluilla kerätyn aineiston perusteella merkittävimmäksi ominaisuudeksi.

Tutkimuksessa kehitetty infrarakennustyömaan ympäristömittari koostuu kahdesta osasta: ympäristönhallinnan tarkistuslistasta ja ympäristöriskimittarista. Ympäristönhallinnan tarkistuslista on työkalu työmaaorganisaatiolle ja sen avulla voidaan varmistua, että ympäristöön liittyvät pakolliset tai suotavat asiat on hoidettu ennen rakentamisen aloittamista. Ympäristöriskimittaria käytetään viikoittain työmaan ympäristöriskien seurantatyökaluna. Ympäristöriskimittaus tehdään MVR-mittauksen yhteydessä. MVR-mittari on maa- ja vesirakentamisen turvallisuustasomittari, joka on jo aiemmin hyväksytty lakisääteiseksi työmaan viikoittaisen turvallisuusseurannan välineeksi.

## ABSTRACT

**SAMPSA TURPEINEN:** Environmental assessment of infra construction site  
Tampere University of Technology  
Master of Science Thesis, 92 pages, 11 Appendix pages  
March 2018  
Master's Degree Programme in Civil Engineering  
Major: Municipality Engineering  
Examiners: Professor Pauli Kolisoja and university lecturer Minna Leppänen

**Keywords:** municipal engineering, environmental assessment, environmental indicator.

Considering environment is an essential part of the everyday routine at infrastructure construction sites. Nevertheless, there is not yet developed any system for documentation of environmental management level. The existing infrastructure construction site indicators have been developed mainly from indicators used in other industrial fields. It is unsustainable to detect weaknesses of environmental management only through the realized risks. The target of this master's thesis is to develop an indicator that can be used to prevent detrimental environmental impacts of infrastructure construction site.

The study consists of literary research and interview study. In the literary research the profits of the environmental responsibility, environmental impacts of infrastructure construction sites and properties of practical indicator were studied. The research was complemented with expert opinions from interviews. It was found that there is a lot of material related to the subject but the application of theory into practice proved to be challenging.

Based on the literature study, the main environmental impacts of infrastructure construction site are noise, dust, ground vibration, various emissions, use of natural resources and energy consumption. Indicator was developed to take into account the mentioned environmental impacts of infrastructure construction site. In addition, the theory of measuring was considered. According to theory the essential features of the meters or indicators are validity, reliability, relevance and practicality. In this study the practicality proved to be the most important feature of the developed indicator.

The developed environmental indicator consists of two parts. The first part is the checklist of environmental management and the second part is the environmental risk indicator. The checklist of environmental management is a tool for construction site organization which can be used to check that the tasks related to environment are taken care of before the beginning of construction. The environmental risk indicator is a environmental risk management tool. The environmental risk measurement can be done together with weekly MVR-measurement which has been approved to a statutory safety checking method at infrastructure construction sites.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Graniittirakennus Kallio Oy:lle, jota kiitän diplomityöaiheen tarjoamisesta ja yhteistyöstä. Tutkimuksen aihe on erittäin ajankohtainen, sillä erilaisille kestäväää kehitystä edistäville työkaluille ja menetelmille on paljon kysyntää, mikä ilmenee myös alan julkaisuista.

Kiitän Tampereen teknillisen yliopiston professori Pauli Kolisojaa ja yliopisto-opettaja Minna Leppästä sekä Graniittirakennus Kallio Oy:n laatupäällikkö Antti Värriä työn ohjauksesta ja arvokkaista neuvoista. Haluan kiittää myös kaikkia haastateltuja asiantuntijoita, jotka varasivat aikaa haastatteluille omista työkiireistään huolimatta.

Tampereella, 20.5.2018

Sampsa Turpeinen

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Tutkimuksen tausta .....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	2
1.3	Tutkimuksen rakenne .....	2
1.4	Kohdeyrityksen esittely .....	2
2.	YMPÄRISTÖVASTUULLINEN YRITYSTOIMINTA.....	3
2.1	Ympäristöjohtaminen ja yrityskuva .....	3
2.2	Eettinen ja lainsäädännöllinen näkökulma.....	4
2.3	Taloudellinen ja liiketoiminnallinen näkökulma.....	5
2.3.1	Resurssiviisaus .....	5
2.3.2	Riskienhallinta .....	6
2.3.3	Ympäristöasioiden huomiointi julkisissa hankinnoissa .....	7
2.4	Ympäristöstandardit .....	8
2.4.1	ISO 14001 -ympäristöjärjestelmästandardi.....	9
2.4.2	EMAS-järjestelmä.....	10
2.4.3	CEN/TC 350 Sustainability of construction works.....	11
3.	INFRARAKENNUSTYÖMAAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	14
3.1	Ympäristövaikutusten jaottelu.....	14
3.2	Melu .....	15
3.3	Pöly.....	19
3.4	Tärinä .....	20
3.5	Päästöt ilmaan .....	24
3.6	Päästöt maaperään ja vesiin.....	25
3.7	Luonnonvarojen kulutus.....	27
3.8	Jätteiden tuottaminen.....	28
3.9	Energian kulutus.....	30
4.	MITTARIT YMPÄRISTÖRISKIEN HALLINNASSA.....	32
4.1	Mittareiden luokittelu.....	32
4.2	Mittareiden käyttötarkoitus .....	34
4.3	Mittarilta vaadittavat ominaisuudet.....	35
4.4	Ympäristökestävyyden arviointi .....	37
4.5	Ympäristöriskien tunnistaminen ja arviointi .....	38
4.5.1	Riskienhallinta .....	38
4.5.2	Riskienhallintasuunnitelma .....	40
4.5.3	Riskimatriisi .....	40
4.5.4	Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) .....	42
4.5.5	Ympäristösuunnitelma .....	43
4.6	Indeksimittarit .....	44
4.6.1	MVR-mittari.....	45

4.6.2	TRY-mittari.....	46
4.6.3	CEEQUAL .....	47
5.	HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	49
5.1	Laadullinen tutkimus.....	49
5.2	Tutkimushaastattelu aineistonkeruumenetelmänä.....	49
5.3	Haastattelun tulokset .....	50
6.	INFRARAKENNUSTYÖMAAN YMPÄRISTÖMITTARI.....	59
6.1	Yleistä mittarista .....	59
6.2	Ympäristönhallinnan tarkistuslista.....	59
6.3	Ympäristöriskimittari .....	60
6.3.1	Työskentelyn ympäristövaikutukset .....	63
6.3.2	Kaluston ympäristövaikutukset.....	68
6.3.3	Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset.....	69
6.3.4	Työmaakohtaiset havainnot .....	76
7.	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT .....	78
7.1	Ympäristövastuullinen yritystoiminta .....	78
7.2	Infrarakennustyömaan ympäristövaikutukset ja niiden mittaaminen.....	78
7.3	Mittareiden ja erilaisten arviointimenetelmien teoria .....	79
7.4	Ympäristömittari .....	80
7.5	Jatkotutkimustoimenpiteet .....	81
	LÄHTEET.....	83

## LIITTEET:

LIITE A: Infrahankkeiden riskimatriisi

LIITE B: MVR-mittari

LIITE C: TRY-mittari

LIITE D: Haastattelukysymykset

LIITE E: Työmaan ympäristönhallinnan tarkistuslista

LIITE F: Laajennetun MVR-mittarin ohjeistus

## TERMIT JA MÄÄRITELMÄT

<b>Aineeton pääoma</b>	Kaikki sellainen, mikä ei ole yrityksen fyysistä tai taloudellista omaisuutta.
<b>Auditointi</b>	Ulkoista, riippumatonta ja järjestelmällistä toiminnan arviointia.
<b>CEEQUAL</b>	<i>Sustainability assessment, rating, and awards scheme for civil engineering</i> aiemmin <i>The Civil Engineering Environmental Quality Assessment &amp; Awards Scheme</i> ; infrarakentamisen hallintajärjestelmä, joka on luotu edistämään kestävän kehityksen tavoitteita.
<b>CEN</b>	<i>European Committee for Standardization</i> ; eurooppalaista standardisointia edistävä järjestö.
<b>Elinkaari</b>	Tuotteen ympäristövaikutusten arvioimista koko tuotteen olemassaolon ajalta.
<b>EMAS</b>	<i>Eco-Management and Audit Scheme</i> ; yrityksille ja organisaatioille tarkoitettu vapaaehtoinen ympäristöasioiden hallintajärjestelmä ympäristötoiminnan parantamiseen sekä vuosittaiseen arviointiin ja raportointiin.
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i> ; kansainvälinen standardisointijärjestö.
<b>Jäte</b>	Jätteeksi nimitetään sellaisia aineita ja esineitä, jotka niiden haltija on poistanut käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä.
<b>Lajittelu</b>	Aineiden tai esineiden erottelua tiettyjen ohjeiden mukaisesti.
<b>Materiaalitehokkuus</b>	Tuotteiden aikaansaamista pienemmin materiaalipanoksin; sitä, että vähemmästä tuotetaan enemmän.
<b>Menestystekijä</b>	Liiketoiminnallisen menestymisen ja strategian toteutumisen kannalta keskeinen asia.
<b>Mittari</b>	Työkalu, jolla tuotetaan tietoa havainnoitavasta kohteesta.
<b>Mittaristo</b>	Kokonaisuus, joka muodostuu mittauskohteen kannalta keskeisistä mittareista.
<b>MVR</b>	Maa- ja vesirakennustyömaiden työturvallisuuden arviointimenetelmä.

<b>PM</b>	<i>Particulate Matter</i> ; ilman hiukkaspitoisuutta kuvaavat hengitettävät hiukkaset.
<b>Päästö</b>	Ihmisen toiminnasta aiheutuvaa aineen, energian, melun, tärinän, säteilyn, valon, lämmön tai hajun päästämistä, johtamista tai jättämistä yhdestä tai useammasta kohdasta suoraan tai epäsuorasti ilmaan, veteen tai maaperään.
<b>Relevanssi</b>	Kuvaa mittarin olennaisuutta sen käyttäjän tarpeiden kannalta.
<b>Reliabiliteetti</b>	Kuvaa mittarin arvon satunnaisvirhettä.
<b>Resurssiviisaus</b>	Kyky käyttää resursseja ympäristön kannalta kestävästi.
<b>Riski</b>	Epävarmuuden vaikutus tavoitteisiin niin myönteisesti kuin kielteisesti.
<b>Suorituskyky</b>	Mitattavan kohteen kyky saavuttaa asetettuja tavoitteita.
<b>TRY</b>	Talonrakentamisen ympäristömittari.
<b>TSP</b>	<i>Total Suspended Particles</i> ; ilman hiukkaspitoisuutta kuvaava kokonaisleijuma.
<b>Uusiomateriaali</b>	Sellaiset sivutuotteet ja purkutuotteet, jotka voidaan sellaisenaan tai pienen jalostamisen jälkeen käyttää uudelleen.
<b>Validiteetti</b>	Kuvaa mittarin kykyä mitata tutkittavaksi tarkoitettua menestystekijää.
<b>Ympäristö</b>	Fyysisiä, sosiaalisia ja kulttuuritekijöitä, jotka kuuluvat luontoon tai rakennettuun ympäristöön ja joiden kanssa ihminen on vuorovaikutuksessa.
<b>Ympäristökestävyys</b>	Tekijöitä ja käytäntöjä, jotka edistävät ympäristön laatua ja kestävä kehitystä pitkällä aikavälillä.
<b>Ympäristömittari</b>	Työkalu, jolla tuotetaan tietoa ympäristöasioista, kuten ympäristöriskien hallinnan tasosta.
<b>Ympäristövaikutus</b>	Hankkeen aiheuttamia välittömiä tai välillisiä vaikutuksia: väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen; maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen; yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön; luonnonvarojen hyödyntämiseen; edellä mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.



# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Infrarakennustyömaalla ympäristön huomioon ottaminen on osa jokapäiväistä riskienhallintaa. Yrityksillä on ympäristöasioiden hallintaan suunniteltuja järjestelmiä, joissa ne esimerkiksi sitoutuvat ympäristöasioiden huomioimiseen ja jatkuvaan parantamiseen. Työmaille ei kuitenkaan ole vielä kehitetty menetelmää, jolla rakentamisen aikaista ympäristöasioiden hallintaa voitaisiin seurata. Ympäristönhallintajärjestelmän heikkouksien ja puutteiden havaitseminen ainoastaan toteutuneiden riskien ja poikkeamien kautta on sekä ekologisesti että taloudellisesti kestäväntöntä.

Yritysten aineeton pääoma on nykyisin yksi tärkeimmistä kilpailutekijöistä (Kaplan & Norton 2002). Aineeton pääoma luokitellaan usein kolmeen pääryhmään: inhimillinen pääoma, suhdepääoma ja rakennepääoma. Inhimillinen pääoma käsittää muun muassa henkilöstön osaamisen ja henkilöominaisuudet, suhdepääoma organisaation imagon ja suhteet sidosryhmiin sekä rakennepääoma järjestelmäosaamisen ja tietojärjestelmiin dokumentoidun tiedon (Lönnqvist et al. 2005). Hallitakseen aineetonta pääomaa yritykset tarvitsevat niitä kuvaavia välineitä ja niihin liittyviä strategioita, jotka luovat arvoa. Yrityksen johto ja muu henkilöstö tarvitsevat tietoa monista liiketoiminnan tekijöistä, jotta yrityksen toimintaa voidaan kehittää haluttuun suuntaan ja parantaa sen suorituskykyä. Yrityksissä käytössä olevat järjestelmät ja mittarit ovat yrityksen rakennepääomaa ja tällaisten kehittämistyökalujen puuttuessa yritykset joutuvat ongelmiin yrittäessään hallita asioita, joita ne eivät voi kuvailla tai mitata. (Kaplan & Norton 2002)

Oleellinen tekijä toiminnan parantamisessa on sen mittaaminen: ”Sitä, mitä voit mitata, voit myös hallita” (Kaplan & Norton 2002). Infrarakentamisen ympäristövaikutuksia voidaan arvioida esimerkiksi suunnitteluvaiheen ympäristövaikutusten arvioinnin ja elinkaarianalyysien avulla. Elinkaarianalyysit ovat kuitenkin ongelmallisia mittareita kankeutensa takia eikä niillä saada realistista kuvaa rakentamisen aikaisesta ympäristönhallinnasta (Kankkunen et al. 2005, s. 215).

Infrarakennustyömaan ympäristönseurantaa voidaan tehdä dokumentoidusti osana viikoittain tehtävää, laissa määrättyä kunnossapitotarkastusta ja turvallisuusseurantaa (esim. MVR-mittaus). MVR-mittauksessa ympäristönseuranta toteutetaan osana turvallisuusseurantaa, jolloin pelkkien ympäristöriskien seuranta jää vähemmälle huomiolle. Tämän diplomityön taustalla on tarve kehittää infratyömaiden ympäristönhallintaa ja osoittaa konkreettisesti ympäristön huomiointi infrarakennustyömaalla ympäristömittarin avulla sekä sitä kautta ohjata työmaan toimintaa.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämän diplomityön päätavoitteena on kehittää infratyömaille ympäristöhallintaan sovellettu ympäristömittari. Alatavoitteina on selvittää infratyömaan keskeisiä ympäristövaikutuksia ja ympäristömittaamisen teoriaa sekä liiketoiminnallisia hyötyjä ja määrittää ympäristömittarin laajuus tavanomaisen infratyömaan resursseille sopivaksi. Tutkimuksessa infrarakentamisella tarkoitetaan liikenneväylien ja teknisten verkostojen rakentamista, teollisuuden toimialan kaivosten avauksia, talonrakennusten perustus-, pohjarakennus- ja pihatöitä sekä kalliotilojen rakentamista (Rakennusteollisuus 2018).

Tässä työssä ympäristövaikutuksia käsitellään rakentamisvaiheessa aiheutuvien, urakoitsijan vastuulla olevien ympäristövaikutusten osalta. Tutkimuksessa ei käsitellä hankkeiden suunnitteluvaiheessa tehtävää ympäristövaikutusten arviointia eikä valmiin tuotteen ympäristövaikutuksia. Mittaamisen osalta käsitellään yleisesti rakentamisen riskienhallinnassa käytettyjä mittareita ja mittaamisen menetelmiä.

## 1.3 Tutkimuksen rakenne

Tämän tutkimuksen esiselvityksenä on tehty kandidaatintyö tierakentamisen ympäristövaikutuksista (Turpeinen 2018). Esiselvityksessä on käsitelty muun muassa tutkimukseen liittyvää lainsäädäntöä, lupa- ja ilmoitusmenettelyjä, ympäristövaikutuksia ja ympäristövaikutusten arviointia hankkeiden eri vaiheissa.

Tämä tutkimus koostuu kirjallisuusselvityksestä ja asiantuntijahaastatteluista. Luvussa 2 on esitetty ympäristövastuullisen yritystoiminnan ja ympäristöosaamisen liiketoiminnallisia hyötyjä. Luvussa 3 on käsitelty infrarakentamisen ympäristövaikutuksia ja esitelty rakentamisen aikaiset keskeiset ympäristövaikutukset ja niiden mittaamistavat. Luvussa 4 on käyty läpi mittaamisen teoriaa ja erilaisia käytössä olevia mittaus- ja arviointimenetelmiä. Luvussa 5 on kerrottu haastattelututkimuksen käytännön toteutuksesta ja esitelty haastattelun tulokset. Luvussa 6 on esitetty tutkimuksen tulokset eli kehitetty infrarakennustyömaan ympäristömittari ja sen ohjeistus. Luvussa 7 on yhteenveto ja päätelmät.

## 1.4 Kohdeyrityksen esittely

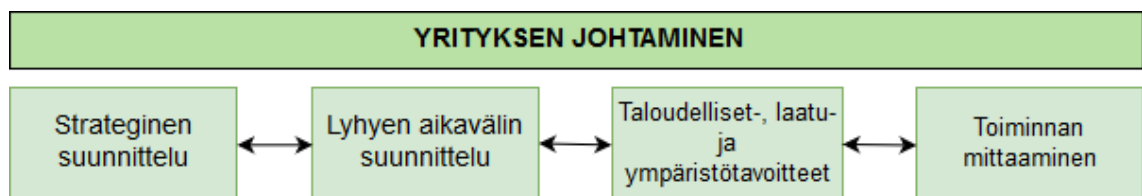
Diplomityön toimeksiantaja on Graniittirakennus Kallio Oy (GRK). GRK on Tuusulassa 1983 perustettu yritys, joka keskittyi pitkään kiinteistökauppoihin ja rakennuttamiseen. Vuonna 2007 yritys laajensi toimintaansa infraurakointiin, josta tuli nopeasti yrityksen päätoimiala. Infrarakentamisen merkitys vahvistui ja yrityksen kasvu vauhdittui erityisesti vuonna 2010, jolloin GRK:n palveluksessa aloitti 21 avainhenkilöä, joista tuli samalla yhtiön osaomistajia. GRK:ssa käytössä oleva laatujärjestelmä noudattaa ISO 9001 -standardia.

## 2. YMPÄRISTÖVASTUULLINEN YRITYSTOIMINTA

### 2.1 Ympäristöjohtaminen ja yrityskuva

Ympäristöosaaminen on infrarakennusyritysten aineetonta pääomaa ja kasvavassa määrin merkittävä kilpailutekijä markkinoilla. Rakentaminen on Suomen ympäristöliiketoiminnan suurin toimiala. Suomessa ympäristöliiketoiminnan kokonaisliikevaihto vuonna 2016 oli 36 miljardia euroa, josta rakentamisen osuus oli yli 12 miljardia (Suomen virallinen tilasto 2016b). Ympäristöliiketoiminnan kannattavuutta voidaan mitata esimerkiksi vaihtoehtoisten rakennusmateriaalien käytöllä saavutetuilla kuljetus- tai materiaalikustannussäästöillä, jolloin resurssiviisaus korostuu.

Ympäristöjohtamisella tarkoitetaan järjestelmällistä ympäristöasioiden huomiointia yrityksen johtamisessa sekä suunnittelu- ja tuotantotoiminnassa (Laine & Heljo 2007, s. 13). Ympäristövaikutusten havainnointi ja mittaaminen ovat osa yritysten ympäristöjohtamista ja sitä kautta osa koko yrityksen johtamista (kuva 1).



**Kuva 1.** Ympäristöjohtaminen osana yrityksen johtamista (Laine & Heljo 2007)

Kuvassa 1 on esitetty ympäristöjohtaminen osana yrityksen johtamista. Kuten kaikessa liiketoiminnassa, myös ympäristöliiketoiminnassa strategian merkitys on erittäin tärkeä (Kaplan & Norton 2002). On hyödytöntä mitata toimintaa, jos strategiaa ei pystytä hyödyntämään tehokkaasti tai ei tiedetä, mihin mittauksesta saatavaa dataa käytetään. Yritysjohdon tulee pyrkiä tosiasialliseen tietoon perustuvaan johtamistapaan, jolloin ympäristönsuojelun hyötyjä konkreettisesti osoittava ympäristömittari edistää suojelutavoitteisiin pääsemistä. Päätöksentekotilanteessa ei yleensä riitä pelkkä mahdollisuuksien tai rahattomien lisäarvojen toteaminen, vaan taloudellinen lisäarvo on usein ratkaiseva tekijä. (Kaplan & Norton 2002)

Infrarakentamiseen keskittyneiden yritysten ympäristöasioiden huomioimisen vaikutusta eri sidosryhmiin ja sitä kautta yrityskuvaan ei juurikaan ole tutkittu. Kankkunen et al. (2005) kuitenkin toteavat, että ympäristöjohtamisen tärkeys sidosryhmien näkökulmasta korostuu etenkin toimialoilla, joissa ympäristövaikutusten katsotaan olevan merkittävä

kilpailutekijä. Suomessa rakentamisen ympäristövaikutusten huomioon otamisen merkitys on kasvanut, sillä esimerkiksi julkisissa rakennushankkeissa tilaaja usein edellyttää urakoitsijalta asianmukaista ympäristön huomioimista. Urakoitsijan on osoitettava toimenpiteet, joilla ympäristöasioiden hallinta toteutetaan, ja osoitetut toimenpiteet voivat olla ratkaiseva kriteeri urakoitsijan valinnassa hankkeen toteuttajaksi (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016). Ympäristöasioiden hallintatoimenpiteiden merkitystä julkisten hankintojen kilpailutuksessa on käsitelty lisää kohdassa 2.3.3.

Edwards (2001) luettelee neljä syytä, miksi jokaisen yrityksen tulisi ottaa ympäristöasiat huomioon toiminnassaan. Nämä neljä näkökulmaa ovat eettiset, lainsäädännölliset, taloudelliset ja liiketoiminnalliset syyt. Eettisen ja lainsäädännöllisen näkökulman taustalla on lisääntynyt paine ympäristöasioiden hoidon suhteen yhteiskunnan, asiakkaiden ja viranomaisten taholta. Yrityksillä on vastuu huolehtia ympäristöstä, jotta seuraavilla sukupolvillakin on mahdollisuus puhtaaseen elinympäristöön. Taloudellisen näkökulman perustana on resurssien ja energian käytön vähentämisellä saavutettu kustannusten aleneminen. Ympäristöasiat huomioimalla yritys voi myös antaa sidosryhmilleen toiminnastaan kuvan, millä voidaan mahdollisesti saavuttaa liiketoiminnallista hyötyä. (Edwards 2001, s. 1)

## **2.2 Eettinen ja lainsäädännöllinen näkökulma**

Tämän työn esiselvityksenä tehdyssä kandidaatintyössä (Turpeinen 2018) on koostettu tierakentamista ohjaavaa ympäristölainsäädäntöä. Selvitys toimii pohjana myös tälle tutkimukselle. Tärkeimpiä infrarakentamista ja ympäristönsuojelua ohjaavia lakeja ovat maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 132/1999) sekä ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014). Lisäksi laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017 (YVALaki) määrää, miten ympäristövaikutusten arviointi pitää huomioida suunnittelussa ja päätöksenteossa. Lainsäädäntö ja rakentamiseen liittyvät ilmoitusmenettelyt on esitetty tarkemmin esiselvityksessä.

Yritysten on jatkuvasti ansaittava oikeutus toimia niissä yhteisöissä ja valtioissa, jossa ne harjoittavat toimintaansa. Erilaiset ympäristöä, työntekijöiden terveyttä ja turvallisuutta sekä työllistämistä koskevat säädökset asettavat reunaehdot yritysten toiminnalle. Toiminnan jatkumisen edellytyksenä on, että yritys noudattaa ainakin lainsäädännön vähimmäisvaatimuksia. Monet yritykset eivät kuitenkaan tyydy täyttämään vain vähimmäisvaatimuksia, vaan ne pyrkivät suoriutumaan paremmin saadakseen hyvän maineen kaikissa yhteisöissä, joissa ne toimivat. Lisäksi monet yritykset uskovat yhteiskuntavastuullisuuden kasvattavan yrityksen arvoa pitkällä tähtäimellä, mikä on ympäristövastuullisen toiminnan kehittymisen kannalta tärkeää. (Kaplan & Norton 2004)

Vuonna 2017 Finnish Business & Society ry:n yritys vastuututkimuksessa haastateltiin liikevaihdon Suomea tukevan suurimman yrityksen joukossa olevien yritysten 200

toimitusjohtajaa tai yritys vastuusta vastaavaa johtajaa tai asiantuntijaa. Tutkimuksen mukaan ympäristökysymykset on koettu yrityksissä yhteiskuntavastuuteemoista olennaisimpina, mikä ilmenee esimerkiksi yritysten panostamisena vastuullisen osaamisen resurssisiin pitkällä tähtäimellä. Lähes puolet vastaajista koki, että tulevaisuuden toimintaedellytysten turvaaminen oli tärkein syy panostaa vastuullisuuteen (FIBS 2017). Myös Epstein & Birchard (1999) painottavat ympäristö- ja yhteiskuntaraportoinnin tärkeyttä yrityksen sidosryhmille.

## 2.3 Taloudellinen ja liiketoiminnallinen näkökulma

Taloudellisesti kannattava liiketoiminta on usein pitkäjänteistä. Kuten kohdassa 2.2 mainittiin, ympäristövastuullisella liiketoiminnalla voidaan viestiä tietynlaista yrityskuvaa organisaation ulkopuolelle. Liiketoiminnan jatkuvuuden kannalta saavutetulla positiivisella maineella voidaan myös ylläpitää tai avata uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Ympäristöasioiden huomioimisen vaikutus liiketoiminnassa voi ilmetä esimerkiksi kustannusten alenemisena, toimialan yhteistyön lisääntymisenä ja riskienhallinnan kehittymisenä. Ympäristövastuullinen yritystoiminta on usein taloudellisesti kannattavaa. (Kaplan & Norton 2004, s.187–188) Asiakkaat voivat olla valmiita maksamaan enemmän ympäristövastuullisesti toteutetusta ratkaisusta. Lisäksi ympäristövastuullisuudella voidaan vaikuttaa mielikuvaan työnantajana.

Yritykset, joilla on osaamista ympäristöasioissa, voivat pienentää kustannuksia muun muassa resurssien ja energian käytön vähentämisellä. On myös todisteita siitä, että vakuutusyhtiöt laskevat vakuutusmaksuja, jos ympäristönhallinta on toteutettu yrityksessä asianmukaisesti (Edwards 2001, s. 1). Seuraavissa alaluvuissa käydään tarkemmin läpi ympäristöön liittyviä asioita, joilla yritys voi saavuttaa taloudellista ja liiketoiminnallista hyötyä toiminnassaan.

### 2.3.1 Resurssiviisaus

Infrarakennustyömailla materiaalikustannukset muodostavat noin 35 % kaikista kustannuksista. Materiaalikustannuksista maa- ja kiviainekset muodostavat noin kolmasosan. Palvelut, joihin sisältyvät myös kuljetukset, ovat noin 20 % kokonaiskustannuksesta. (Vainio & Nippala 2013) Materiaali- ja kuljetuskustannuksia on perinteisesti pyritty pienentämään lisäämällä materiaalitehokkuutta esimerkiksi tuottamalla kiviainekset mahdollisuuksien mukaan paikan päällä ja käyttämällä geosynteettisiä tuotteita, mikä voi mahdollistaa rakentamisen heikommin kantaville maalajeille, ohuimmat rakennekerrokset tai huonompien materiaalien käytön (muokaten InfraRYL 2010).

Suomessa haasteeksi on muodostunut etenkin laatuvaatimukset täyttävien kiviainesten saatavuus. Suomen suuresta pinta-alasta johtuen kohteeseen sopivan kiviaineksen otto- paikka voi olla kaukana käyttökohteesta, ja tyypillisesti kuljetuskustannukset muodostavatkin noin puolet kiviaineksen hinnasta (Lonka et al. 2015 s. 14). Kuljetukset lisäävät

kustannusten lisäksi merkittävästi myös ympäristön kokonaiskuormitusta. Esimerkiksi Geologian tutkimuskeskuksen kartoittamista kalliokiviaineksen ottamisalueista vain noin 1 % soveltuu kaikkein laadukkaimpien asfalttien ja raidesepelien kiviainesten tuottamiseen (Lonka et al. 2015, s. 13–14). Myös kaivosten sivukivien hyötykäyttöä voi rajoittaa kaivosten sijainnista aiheutuva pitkä välimatka (GTK 2018).

Infrarakenteissa voidaan hyödyntää erilaisia sivutuotteita ja uusiomateriaaleja, joiden käytöllä pyritään sekä pienentämään kyseisten materiaalien sijoitusta kaatopaikoille että korvaamaan luonnon kiviainesten käyttöä (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 1). Sivutuotteiden ja uusiomateriaalien käytöllä voi olla myös suuri vaikutus työmaan materiaalitehokkuuteen ja edelleen kustannuksiin. Materiaalitehokkuus on osa resurssiviisautta ja siihen kuuluu myös luonnon raaka-aineiden mahdollisimman tehokas hyödyntäminen (Hakaste 2013). Uusiomateriaalien ja teollisuuden sivutuotteiden käytöllä voi olla haitallisia ympäristövaikutuksia, joten yritysten tulisi olla myös tietoisia erilaisista riskeistä, joita sivutuotteiden ja uusiomateriaalien käyttöön sisältyy.

Infrarakentamisessa uusiomateriaaleista esimerkiksi betonimurske on yleisesti käytetty materiaali sen kantavuusominaisuuksien ja taloudellisuuden takia (Dettenborn 2013). Betonimursketta voidaan tietyissä tapauksissa hyödyntää teiden, katujen sekä piha- ja pysäköintialueiden kantavissa ja jakavissa kerroksissa sekä suodatinkerroksissa (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 5). Hintaero betonimurskeen ja kalliomurskeen välillä on merkittävä, sillä betonimursketta voi tapauksesta riippuen saada jopa ilmaiseksi. Luonnollisestikin tällä on suuri merkitys työmaan materiaalikustannuksiin ja mahdollisesti myös kuljetuskuluihin. Uusiomateriaalien entistä tehokkaammalle hyödyntämiselle ja uusille käyttökohteille painetta luo myös kiviainesten rajallinen saatavuus ja soveltuvuus, kuten aiemmin mainittiin.

### **2.3.2 Riskienhallinta**

Resurssiviisauden ja materiaalitehokkuuden lisäksi myös vältetyt tapaturmat ja ympäristövahingot sekä esimerkiksi konevaurioiden välttäminen ovat tärkeä osa kustannustehokasta työmaata. Riskien tunnistamisella ja ennaltaehkäisevillä toimenpiteillä voidaan välttää riskien toteutumista. Ennaltaehkäisy on kustannustehokkuuden kannalta oleellista, koska riskien realisoituessa aiheutuu tavallisesti myös kustannuksia esimerkiksi sairauspoissaolojen tai ympäristön puhdistamisen johdosta. Tapaturmia ja ympäristövahinkoja voidaan ehkäistä muun muassa jatkuvalla seurannalla sekä lisäämällä henkilöstön tietämystä erilaisista riskeistä.

Vakuutusyhtiö OP:n mukaan ympäristöriskeillä tarkoitetaan ihmisen terveyteen, elin- ja työympäristöön sekä muihin eliöihin ja fyysiseen ympäristöön kohdistuvia riskejä. Liiketoiminnan riskienhallinnan näkökulmasta oleellisia ovat ympäristöriskeistä omaksi osa-alueekseen erotettavat ympäristövahinkoriskit, jotka ovat äkillisestä häiriö- tai onnettomuustilanteesta aiheutuvia ympäristöriskejä. (OP Pohjola 2018) Ympäristövahin-

koriskien hallinta ei tuo suoria säästöjä, mutta riskin toteutumisesta voi aiheutua merkittäviä kustannuksia, sillä lain ympäristövahinkojen korvaamisesta (737/1994) 7. pykälän mukaan korvausvelvollisuus on toiminnan harjoittajalla silloinkin, kun vahinkoa ei ole aiheutettu tahallisesti tai huolimattomuudesta (ns. ankaran vastuun periaate). Toteutessaan ympäristövahinko voi vaikuttaa myös negatiivisesti yrityksen yrityskuvaan ja siten vaikuttaa liiketoimintamahdollisuuksiin.

Yrityksillä on velvollisuus noudattaa ympäristölainsäädäntöä, toimintaa koskevia lupaehtoja ja selvittää niiden toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset (YSL 527/2014). Ympäristönhallinta on osa kokonaisvaltaista yrityksen riskienhallintaa. Ympäristöriskiä voidaan vähentää muun muassa seuraavilla tavoilla:

- lisäämällä henkilöstön tietoa ympäristövahinkojen välttämisestä ja vähentämisestä
- kehittämällä ja käyttämällä ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ympäristövahinkojen todennäköisyyden pienentämiseksi
- alentamalla toteutuneen ympäristövahingon kustannuksia nopealla reagoinnilla ja varautumisella
- siirtämällä riskiä yritykseltä vakuutusyhtiölle. (Kaplan & Norton 2004)

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kehittää ennaltaehkäisevä menetelmä infrarakennustyömaan ympäristövahinkojen välttämiseksi. Ympäristömittarilla voidaan seurata ympäristöriskien hallinnan tasoa, edistää henkilöstön osallistumista yrityksen ympäristöstrategiaan ja edesauttaa ympäristönsuojelun tason jatkuvaa parantamista. (Laine & Heljo 2007) Kaikki tunnistetut riskit tulisi voida sisällyttää mittariin.

### 2.3.3 Ympäristöasioiden huomiointi julkisissa hankinnoissa

Lain julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (1397/2006) mukaan valtion ja kuntien viranomaisten sekä muiden hankintayksikköjen on kilpailutettava rakennushankinnat, joiden arvonlisäveroton arvo ylittää yli 150 000 euroa. Muilla hankintayksiköillä tarkoitetaan kirkkoa, valtion liikelaitoksia, julkisoikeudellisia laitoksia ja hankinnan tekijöitä, jotka ovat saaneet tukea edellä mainituilta laitoksilta yli puolet hankintansa arvosta. Hankintalainsäädännön tavoitteena on muun muassa edistää laadukkaiden, innovatiivisten ja kestävien hankintojen tekemistä. Hankintalainsäädännön perustana on tasapuolisuus, avoimuus, syrjimättömyys ja suhteellisuus. (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016)

Hankintayksikkö voi pyytää ehdokkaalta tai tarjoajalta selvityksen, kuinka ympäristönhallinta aiotaan toteuttaa rakennusurakan yhteydessä. Ehdokas tai tarjoaja voi osoittaa soveltuvuutensa esimerkiksi asianmukaisella sertifikaatilla. Hankintayksikön vaatiessa ehdokkaalta tai tarjoajalta standardin mukaista todistusta tulee sen viitata EMAS-järjestelmään tai muihin yleisesti hyväksyttyihin ympäristöasioiden hallintaa koskeviin

standardeihin (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 10:90). Ympäristöstandardeja ja EMAS-järjestelmää on käsitelty laajemmin luvussa 2.4. Ympäristönhallinta ja sen järjestäminen voivat olla ratkaisevia tekijöitä urakoitsijan valinnassa, joten yritykset ovat luonnollisestikin kiinnostuneita ympäristönhallintamenetelmiensä kehittämistä ja sitä kautta mahdollisesti saavutettavasta liiketoiminnallisesta hyödystä.

Urakkakilpailussa ympäristövaikutukset voidaan pisteyttää myös elinkaari vaikutusten perusteella, mikä tarjoaa mahdollisuuksia hankkeiden toteutustapojen kehittämiseen. Hankkeiden toteutusvaihtoehtoja voidaan arvioida keskenään ja valita niistä parhaiten sopiva. Urakkakilpailutuksessa voidaan asettaa ympäristövaikutuksille raja-arvoja, joihin urakan toteuttajan tulee päästä tai ympäristöasioiden hallintatoimenpiteitä voidaan pisteyttää. Tällaiset menettelytavat kannustavat yrityksiä kehittämään ympäristöliiketoimintaansa ja henkilöstön tietämystä ympäristöasioiden hallinnasta, kun uusien ratkaisujen avulla on mahdollista erottua edukseen kilpailijoista. (Pasanen & Miilumäki 2017, s. 1 & 24) Näin ollen yritykset, joilla on edistyneet ympäristönhallintatyökalut ja niiden käyttöön sitoutunut henkilöstö, ovat todennäköisesti kykeneviä innovoimaan myös ympäristövaikutuksia pienentäviä ratkaisuja.

Yksi hankintamenettelymahdollisuus on myös hankintalakiin vuonna 2017 voimaan tullut innovaatiokumppanuus, jossa palveluntuottajan edellytetään kehittävän ideaansa tai konseptiaan sellaiseksi, että se tyydyttää hankintayksikköä. Innovaatiokumppanuudessa perusideana ja etuna muihin käytössä oleviin hankintamenettelyihin on se, että kehitysvaiheen jälkeen kehityksen tuotteita ei tarvitse enää kilpailuttaa, vaan hankintayksikkö voi ostaa niitä suoraan menettelyssä mukana olevilta tahoilta. (Aho 2017) Ympäristöasioiden näkökulmasta tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että tarjoaja, joka kykenee innovoimaan ympäristövaikutusten kannalta edullisimman ratkaisun, saa urakan. Kokonaishinta ei siis ole tässäkin ainut merkitsevä valintaperuste.

## 2.4 Ympäristöstandardit

Yrityksen ympäristöasioiden hallinnan työkaluina voidaan käyttää kansainvälisiä standardeja. Standardi on yhteisesti sovittu menettelytapa toistuvaan toimintaan (SFS ry 2018). Ympäristöstandardien hyödyntäminen on vapaaehtoista, mutta usein perusteltua. Yhteiskunta ja esimerkiksi tilaajat vaativat yrityksiltä lainsäädäntöön perustuen aktiivisuutta ympäristöasioissa sekä tuotannon ympäristövaikutusten arviointia ja seuranta (Laine & Heljo 2007). Tunnetuin ympäristöjohtamisen standardisarja on ISO 14000, joka koostuu seuraavista aiheista:

- ympäristöjärjestelmät (ISO 14001, ISO 14004)
- ympäristöjärjestelmän auditointi (ISO 19011)
- ympäristönsuojelun tason arviointi (ISO 14031)



- kasvihuonekaasupäästöjen laskenta ja raportointi (ISO 14064 osat 1–3, ISO 14065)
- ympäristön huomioon ottava suunnittelu (ISO 14006, ISO/TR 14062)
- materiaalivirtojen kustannusanalyysi (ISO 14051)
- tuotteen hiilijalanjälki (ISO/TS 14067)
- elinkaariarviointi (ISO 14040, ISO 14044)
- vesijalanjälki (ISO 14046)
- ympäristömerkit ja -selosteet (ISO 14020, ISO 14021, ISO 14024, ISO 14025)
- ympäristöviestintä (ISO 14063). (Suomen standardisoimisliitto SFS ry 2018)

Infrarakennusyrityksissä ympäristön systemaattinen huomiointi voidaan toteuttaa esimerkiksi ympäristöjärjestelmästandardin avulla. Standardi ISO 14001 määrittelee ympäristöjärjestelmän vaatimukset ja ISO 14004 tarjoaa ohjeita ympäristöjärjestelmän rakentajille ja kehittäjille (Suomen standardisoimisliitto SFS ry 2018). Ympäristöasioiden hallintaa koskevien standardien avulla yritys voi osoittaa ympäristöasioiden hallintaa koskevat toimenpiteet esimerkiksi ympäristöviranomaiselle tai tilaajaorganisaatiolle, kuten kohdassa 2.3.3 todettiin.

Standardin ISO 14001 lisäksi on muun muassa erityisesti Euroopassa käytetty EMAS-järjestelmää sekä CEN-standardeja. ISO 14001:stä ja ympäristöraportista koostuva EMAS-järjestelmä on vapaaehtoisuuteen perustuva ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmä, jolla rohkaistaan yrityksiä julkaisemaan selvityksiä ympäristönsuojelun ja kestävä kehityksen tasosta (EU N:o 1221/2009). CEN on eurooppalainen standardisointijärjestö, jonka päätehtävänä on edistää ja yhtenäistää eurooppalaista standardisointia (CEN 2018). TC 350 *Sustainability of construction works* on CEN:n tekninen komitea, jonka saman nimisessä standardipaketissa käsitellään kestävää rakentamista kolmesta näkökulmasta: ympäristösuorituskyky, sosiaaliset vaikutukset ja taloudelliset vaikutukset. (Rakennusteollisuus 2018)

### 2.4.1 ISO 14001 -ympäristöjärjestelmästandardi

ISO 14001 on ympäristöjärjestelmämalli, jolla yritys voi parantaa ympäristönsuojelunsa tasoa ja osoittaa ympäristöasioiden huomiointia. Se on maailman tunnetuin ympäristöjärjestelmämalli, joka on päivitetty viimeksi vuonna 2015. ISO 14001 -ympäristöjärjestelmän mukainen tehokas toiminta ja standardinmukaisuus voidaan osoittaa auditoinnilla tai sertifiointilla. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2018). Kuvassa 2 on esimerkki ISO 14001 mukaisesta sertifikaatista.



**Kuva 2.** ISO 14001 -sertifikaatti (GRK Oy:n ISO 14001 -sertifikaatti)

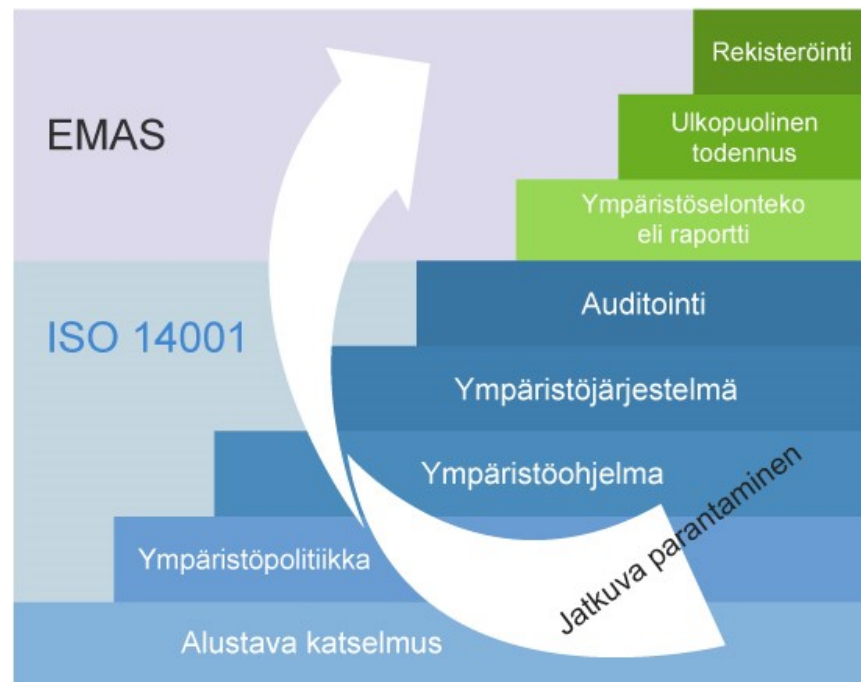
Ympäristöjärjestelmien yksi keskeinen ominaisuus on yrityksen sitoutuminen ympäristönsuojelun tason jatkuvaan parantamiseen ja ympäristölainsäädännön noudattamiseen. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi voidaan käyttää apuna ympäristömittareita ja muita ympäristöhallinnan työkaluja. Ympäristömittareita käyttämällä voidaan esimerkiksi lisätä henkilöstön tietoisuutta ympäristöasioista ja osallistumista yrityksen ympäristöstrategiaan. Ympäristöjärjestelmän jatkuva kehittäminen auttaa myös yritystä varautumaan ympäristölainsäädännön tuleviin lisävaatimuksiin (Laine & Heljo 2007). Muita ISO 14001 -ympäristöjärjestelmän vaatimuksia ovat muun muassa ympäristötavoitteiden asettaminen, tuotannon ympäristövaikutusten tunnistaminen sekä ennaltaehkäisy, henkilöstön osaamisen ylläpito ja tarvittavien resurssien varaaminen (Suomen Standardisointiliitto SFS ry 2018).

### 2.4.2 EMAS-järjestelmä

EMAS eli *Eco-Management and Audit Scheme* on yrityksille ja organisaatioille tarkoitettu vapaaehtoinen ympäristöasioiden hallintajärjestelmä ympäristötoiminnan paranta-

miseen sekä vuosittaiseen arviointiin ja raportointiin. Se perustuu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseen (EY) N:o 1221/2009.

EMAS-järjestelmä koostuu ISO 14001 -ympäristöjärjestelmästandardin mukaisesta ympäristöjärjestelmästä ja julkisesta ympäristöraportoinnista eli EMAS-selonteosta. (Suomen ympäristökeskus 2013/2018) Kuvassa 3 on kolme askelta ISO 14001:stä EMAS:iin.



**Kuva 3.** ISO 14001:n viisi porrasta ja EMAS-järjestelmän kolme porrasta (Suomen ympäristökeskus 2018)

EMAS:in saadakseen yrityksellä on oltava ISO 14001 mukainen ympäristöjärjestelmä, jonka tuottaman tiedon pohjalta laaditaan ympäristöselonteko. Ympäristöselonteko laaditaan vähintään joka kolmas vuosi ja siinä esitetään muun muassa yrityksen ympäristöpolitiikka, ympäristöohjelma, ympäristönsuojelun tason parantuminen ja merkittävien ympäristövaikutusten kehitys. Ulkopuolinen valtuutettu todentaja todentaa ympäristöjärjestelmän toimivuuden ja vahvistaa ympäristöselonteon. Kun ympäristöjärjestelmä on todettu toimivaksi ja ympäristöselonteko vahvistettu, yritys hakee rekisteröintiä EMAS:iin. (Suomen ympäristökeskus 2013)

### 2.4.3 CEN/TC 350 Sustainability of construction works

Eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:n tekninen komitea *TC 350 Sustainability of construction works* on laatinut Euroopan komission mandaatilla EN-standardit (CEN:ssä vahvistettu standardi) rakentamisen ympäristö- ja talousvaikutusten sekä sosiaalisten vaikutusten arviointiin. Standardien tarkastelujaksona on koko elinkaari ja ne ovat suoritustasoperusteisia eli suoritustasoa mitataan numeerisesti. Standardeihin ei

kuitenkaan sisälly hyväksyttäviä suoritustason raja-arvoja, vaan raja-arvojen asettamisesta ja eri mittareiden arvottamisesta vastaa tilaaja tai lainsäätävä, jos standardeja sovelletaan lainsäädäntöön. EN-standardeja hyödynnetään laajasti esimerkiksi kestävän rakentamisen luokitustyökaluissa, kuten CEEQUAL-järjestelmässä. (Pasanen & Miilumäki 2017, s. 10 & 12) Kyseistä järjestelmää esitellään tutkimuksen kohdassa 4.6.3. Rakennushankkeiden ja rakennustuotteiden arviointiin on omat CEN/TC 350-standardinsa. Rakennushankkeiden arvioinnissa käytetään standardia *EN 15978 Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method* ja rakennustuotteiden arvioinnissa käytetään standardia *EN 15804 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products*. (Pasanen & Miilumäki 2017, s. 10) Taulukkoon 1 on koottu CEN/TC 350-standardien mukaisen hankkeen elinkaaren vaiheet.

**Taulukko 1.** CEN/TC 350-standardien mukaisten hankkeiden elinkaaren vaiheet (Pasanen & Miilumäki 2017).

Elinkaaren vaihe	Vaiheen kuvaus
Tuotevaihe	Kiinteisiin rakenteisiin käytettyjen rakennustuotteiden koko valmistusketjun päästöt (EN 15804 mukaisesti)
Kuljetukset	Rakennustuotteiden ja koneiden kuljetukset (pl. työvoima)
Työmaatoiminnot	Maansiirto, varastointi, energiankäyttö, jätehuolto ja väliaikaiset rakenteet (muotit, tukiseinät ym.)
Käyttö	Suorat kasvihuonekaasupäästöt ilmaan
Kunnossapito	Huollosta ja kunnossapidosta aiheutuvat ympäristövaikutukset
Korjaus	Rikkoutuneiden rakennusosien korjaamiseen tarvittavat materiaalit ja niiden käsittely sekä rikkoutuneiden osien jätteenkäsittely
Materiaalien/tuotteiden vaihto	Suunnitellut materiaalien vaihdot, esim. asfalttipäällysteen uusiminen.
Laajat korjaukset	Merkittävät korjaukset, kuten sillan peruskorjaus
Energian käyttö	Ulkopuolelta tuotu energia (esim. valaistus)
Veden käyttö	Puhtaan veden käyttö ja jäteveden käsittely käytön ajalta
Purkaminen	Rakenteiden purkaminen ja koneiden energiankäyttö
Purkuvaiheen kuljetukset	Purkujätteen kuljetukset sis. välivarastoinnit ja kuormaukset
Purkujätteen käsittely	Jätteen käsittely sellaiseen tilaan, jossa <ul style="list-style-type: none"> <li>• syntyneellä raaka-aineella on käyttötarkoitus,</li> <li>• sillä on kysyntää markkinoilla,</li> <li>• raaka-aine täyttää käyttötarkoituksen vaatimukset tai</li> <li>• sen käyttö ei vaaranna ympäristöä tai terveyttä.</li> </ul>
Purkujätteen loppusijoitus	Loppusijoitukseen tai energiantuotantoon menneiden purkujätteiden päästöt
Ulkopuoliset vaikutukset	Hankkeen elinkaaren ulkopuoliset, kuten talteen otettujen materiaalien vaikutukset

Taulukosta 1 nähdään, että tässä tutkimuksessa keskiössä olevat työmaatoiminnot ovat melko pieni osa kaikista hankkeen elinkaaren vaiheista. Kuitenkin työmaatoimintoihin sisältyy pienemmässä mittakaavassa useita muitakin taulukossa 1 esitettyjä elinkaaren vaiheita, kuten kuljetuksia, energiankäyttöä ja jätehuoltoa. Tästä voidaan todeta, että vaikka suuri osa hankkeen ympäristövaikutuksista määräytyy hankkeen suunnitteluvaiheessa, muodostaa myös työmaa itsessään monivaiheisen kokonaisuuden, jossa on mahdollista tehdä ympäristön kannalta edullisia ratkaisuja ja siten vähentää koko hankkeen elinkaaren ympäristökuormitusta.

### 3. INFRARAKENNUSTYÖMAAN YMPÄRISTÖ- VAIKUTUKSET

#### 3.1 Ympäristövaikutusten jaottelu

Lain ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017 1. luvun 2. pykälän mukaan ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä tai välillisiä vaikutuksia:

- a) väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- b) maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- c) yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- d) luonnonvarojen hyödyntämiseen
- e) edellä mainittujen tekijöiden a–d keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Ympäristövaikutuksia voidaan tarkastella kolmella eri tasolla: tuotantotasolla, tuotetasolla ja tarvetasolla. Infrarakentamisessa tuotantotasolla keskitytään rakentamisen aikaisiin vaikutuksiin, jolloin toiminta keskittyy pääosin päästöjen mittaamiseen ja niiden minimointiin. Tuotetaso keskittyy rakentamisen tuotteesta ympäristölle aiheutuvaan kokonaisvaikutukseen, jota voidaan tarkastella esimerkiksi elinkaarianalyysin avulla. Tarvetasolla pääpaino on ihmisten erilaisten tarpeiden mahdollisimman tehokkaassa toteuttamisessa ekologinen näkökulma huomioiden. Ympäristövaikutusten määrittely perustuu tarvetasolla kulutettuihin resursseihin ja niiden ympäristökuormitukseen. (Kankkunen et al. 2005)

Infrarakentamisessa suuri osa tuotantotason ympäristövaikutuksista määräytyy hankkeen suunnitteluvaiheessa, jolloin päätetään toteutettavat tekniset ratkaisut sekä käytettävät materiaalit (Tiehallinto 2009). Rakentamisvaiheen tavoite on tunnistaa, mitata, seurata ja minimoida haitallisia ympäristövaikutuksia (Kankkunen et al. 2005, s. 214; Wessberg 2007, s. 9). Kehitettävän ympäristömittarin tulisi siis täyttää mahdollisimman hyvin edellä mainittuja tavoitteita. Kun tarkastellaan rakentamisen aikaisia vaikutuksia, eivät vaikutukset esimerkiksi yhdyskuntarakenteeseen, maisemaan, kaupunkikuvaan tai kulttuuriperintöön muodostu kovinkaan merkittäväksi, sillä vaikutukset niihin on jo arvioitu ennen rakentamisen aloittamista ja tehty tarvittavia suunnitteluratkaisuja haitallisten vaikutusten välttämiseksi tai minimoimiseksi (Tiehallinto 2009, s. 10). Rakentamisen aikana aiheutuvia vaikutuksia ovat esimerkiksi:

- melu
- pöly
- värinä
- päästöt ilmaan, maaperään ja vesiin
- luonnonvarojen kulutus
- energian kulutus
- jätteiden tuottaminen.

On myös keskeistä kiinnittää huomiota työmaan rooliin vaikutusten aiheuttajana: ei ole tarkoituksen mukaista havainnoida tai mitata sellaisia vaikutuksia, joihin ei voida vaikuttaa. Laine & Heljo (2007b) toteavat, että *”työmaan tehtävänä on vähentää niitä ympäristövaikutuksia, joihin sillä omassa toiminnassaan on mahdollisuus vaikuttaa”*. Urakkamuodosta riippuen vaikutuksia, joihin työmaan toiminnoilla tai valinnoilla ei juurikaan ole merkitystä, voivat olla esimerkiksi suunnitteluvaiheessa päätettyjen materiaalien käytön vaikutukset. Eri materiaalien käyttöön saattaa silti sisältyä tiettyjä riskejä, joista työmaallakin on oltava tietoa.

## 3.2 Melu

*”Melu on ei-toivottua ääntä, joka on epämiellyttävää, häiritsevää, odottamatonta tai kuulolle haitallista.”* Melun terveysvaikutuksia ovat muun muassa nukahtamisen vaikeutuminen ja unenlaadun heikentyminen, verenpaineen ja sydämen sykkeen nousu sekä lisääntynyt sydän- ja verisuonitautien riski. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2017) Infrarakennustyömailla melua aiheuttavat muun muassa louhinta, kuormaus, kuljetus, murskaus ja rikotus, roudan rikkominen, paalutus, tiivistys sekä rakennusten ja rakenteiden purkaminen (Tuhola 1997, s. 9).

Valtioneuvoston päätöstä melutason ohjearvoista (993/1992) sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Asetuksessa määritetyt ohjearvot ulkona on esitetty taulukossa 2. Melun ekvivalenttitaso  $L_{Aeq}$  on A-painotettu keskiäänitaso, joka vastaa jatkuvaa vakioäänitasoa (VNp 993/1992).

**Taulukko 2.** Melun ohjearvot ulkona (VNp 993/1992).

Alue	Melun ekvivalenttitaso $L_{Aeq}$ , dB	
	Päivällä klo 7–22	Yöllä klo 22–7
Asuntoalueet	55	50*
Yleisten rakennusten alueet	55	50*
Loma-asumiseen käytettävät alueet	45	40

\*Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo kuitenkin 45 dB

Taulukossa 2 esitetyistä ohjearvoista oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yö-ohjearvoja. Yöohjearvoa ei myöskään sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joissa ei tyypillisesti yöllä oleskella (VNp 993/1992).

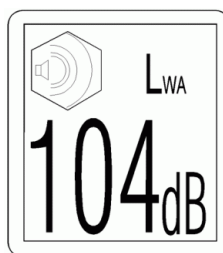
Infrarakentamisessa tyypillisesti käytetyille koneille ja laitteille on valtioneuvoston asetuksessa ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä (621/2001) säädetty ympäristönsuojelulain nojalla melupäästöjen raja-arvoja, jotka on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Infrarakentamisessa käytettyjen koneiden ja laitteiden melupäästöjen raja-arvoja (VNa 621/2001).

Laitetyyppi	P = nettoteho (kW) P <sub>el</sub> = sähköteho (kW)	Sallittu ääni- tehotaso L <sub>WA</sub> (dB/pW)
Tiivistyslaitteet (täryjyrät, tärylevyt, täryjuntat)	P ≤ 8 8 < P ≤ 70 P > 70	105 (*) 106 (*) 86 + 11 lg P (*)
Telaketjupuskutraktorit, -kuormaajat ja - kaivurikuormaajat (<500 kW)	P ≤ 55 P > 55	103 (*) 84 + 11 lg P (*)
Pyörillä varustetut puskutraktorit, kuormaajat ja kaivurikuormaajat (<500 kW) Dumpperit, tiehöylät, kuormaajatyypiset piikki- pyöräjyrät (<500 kW) Ajoneuvonosturit, tiivistyslaitteet (muut kuin täryt- tävät jyrät), asfalttilevittimet, hydrauliaaggrekaatit	P ≤ 55 P > 55	101 (*) 82 + 11 lg P (*)
Kaivinkoneet (<500 kW), tavaroiden siirtoon ra- kennustyömailla tarkoitetut nostolaitteet	P ≤ 15 P > 15	93 80 + 11 lg P
Hitsausgeneraattorit ja generaattorit (<400 kW)	P <sub>el</sub> ≤ 2 2 < P <sub>el</sub> ≤ 10 P <sub>el</sub> > 10	95 + lg P <sub>el</sub> 96 + lg P <sub>el</sub> 95 + lg P <sub>el</sub>
Kompressorit (<350 kW)	P ≤ 15 P > 15	97 95 + 2 lg P

\*seuraavien laitetyyppien luvut ovat ohjeellisia: tärylevyt (P>3 kW), täryjuntat, puskutraktorit (terästelaketjuilla varustetut), kuormaajat (terästelaketjuilla varustetut, P>55 kW), asfalttilevittimet (tiivistävällä perälevyllä varustetut)

Taulukossa 3 mainitut koneet ja laitteet sekä esimerkiksi poraus- ja paalutuslaitteet on varustettava melumerkinnällä (kuva 4), jossa ilmoitetaan äänitehotason enimmäisarvo (VNa 621/2001).



**Kuva 4.** Äänitehotason enimmäisarvon ilmoittava melumerkintä

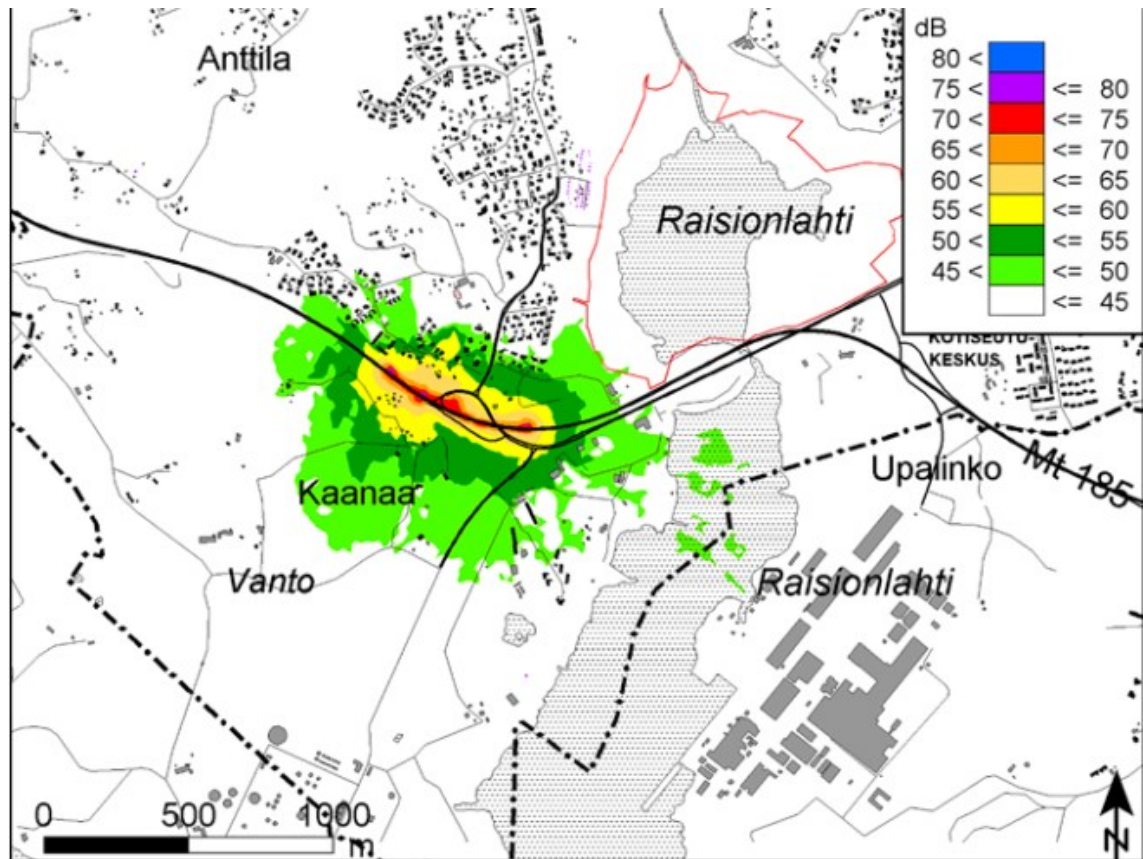


Ympäristöministeriö on antanut meluntorjuntalain (382/1987) nojalla yleiset ohjeet ympäristömelun mittaamisesta. Mittausohjeiden tavoitteena on muun muassa yhdenmukaistaa melun mittaamista sekä tehdä mittaustuloksista vertailukelpoisia meluntorjuntalaissa annettuihin melutason ohjearvoihin (Ympäristöministeriö 1995, s. 7). Selvitetävän alueen melutilanne voidaan selvittää mittaamalla desibelejä. Kuvassa 5 on melumittaus murskaustyömaalla.



**Kuva 5.** Esimurskaimen melumittaus (Imatran seudun ympäristötoimi 2018)

Melun mittaustulos riippuu paikasta, käyttöolosuhteista ja sääoloista. Pelkkä melutason mittaus antaa tuloksen kokonaismelusta. Yksittäinen mittaustulos edustaa siten vain mittauspisteessä tietyssä ajanhetkenä vallinnutta melutilannetta eikä sitä voida yleistää edustamaan suurempaa aluetta, eri käyttöolosuhteita tai pidempää ajanjaksoa. Kokonaisvaltaisemmat suunnittelualueen melutasot voidaan selvittää laskennallisesti, jolloin eri lähteiden osuudet kokonaismelusta on mahdollista erotella ja meluntorjuntatoimenpiteet voidaan suunnitella ja kokeilla ennen hankintaa ja toteutusta (Ramboll 2016, s. 3). Esimerkiksi tieliikennemelulle on kehitetty yhteispohjoismainen laskentamalli, joka on ympäristöministeriön suositusten mukainen (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 44). Kyseistä laskentamallia voidaan hyödyntää esimerkiksi tierakentamisessa työmaaliikenteen, pidempiaikaisen kaivun ja kuormauksen sekä murskauslaitoksen ja sen oheislaitteiden melun mallintamisessa. Kuvassa 6 on rakentamisen aikaisen melun leviämisestä tehty mallinnus hankkeessa *E18 Turun kehätien parantaminen välillä Naantali–Raisio*.



**Kuva 6.** Rakentamisvaiheen melumallinnus E18 Turun kehätien parantaminen välillä Naantali–Raisio -hankkeessa (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016, s. 48)

Kuvassa 6 oleva mallinnus on tehty rakentamisen aikaisen melun leviämisestä eritasoliittymätyömaan kohdalla tilanteessa, jossa työmaalla on käytössä useita kuormaajia, kaivinkoneita, dumppereita ja kuorma-autoja (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016, s. 48). Kuvasta nähdään, että vielä 500 m päässä melulähteestä äänenvoimakkuus on yli 45 dB.

Usein rakennusvaiheen melupäästöt ovat lyhytkestoisia ja vaihtelevia, jolloin melun yksityiskohtainen mallintaminen vie paljon resursseja. Rakentamisen aikaisista melumittauksista tulee tehdä melumittausuunnitelma ja sen mukaisesti seurata melutasoja. Meluilmoituksen yhteydessä saadun päätöksen ehtojen tai melun ohjearvojen ylittyessä tulee ryhtyä tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin, kuten melun leviämisen estämiseen tai melua aiheuttavien töiden ajankohdan muuttamiseen.

Melua voidaan ehkäistä asentamalla koneisiin ääneneristysrakenteita, rakentamalla murskauskaitoihin ääntä eristävät seinät ja katto sekä rakentamalla työkohteen lähellä sijaitseviin rakennuksiin ääntä eristävät suojarakenteet (Tuhola 1997, s. 9). Kuvassa 7 on esitetty melukoteloitu murskain.





**Kuva 7.** Murskauksesta aiheutunutta melua ja pölyä voidaan vähentää koteloinnin avulla (Metso 2017)

Melua voidaan torjua koneiden ja laitteiden rakenteellisten ratkaisujen lisäksi myös esimerkiksi sijoittamalla poistetut pintamaat ja kiviainesten varastokasat meluvalleiksi (Laurila & Hakala 2010, s. 34; Summanen 2013, s. 8).

### 3.3 Pöly

Pölyllä tarkoitetaan kiinteitä hiukkasia, jotka voivat leijua ilmassa niiden alkuperän, fyysikaalisten ominaisuuksien ja ympäristön olosuhteiden mukaan. Pölyn määrään vaikuttavat monet eri tekijät, kuten toiminnan laatu, sääolot, vuodenaika ja materiaalien ominaisuudet. Infrarakennustyömaalla pöly voi olla muun muassa kivi- tai betonipölyä ja sitä tuottavat esimerkiksi kuorma- ja kuljetustoiminta, poraukset, kivenmurskaus ja rakennusten purkaminen. Myös työmaaliikenne voi aiheuttaa pölyämistä. (Summanen 2013, s. 5)

Ilmansuojelulain (67/1982) nojalla annettu valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (480/1996) määrittelee hengitettävien hiukkas-ten ja kokonaisleijuman ohjearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Kyseiset arvot on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4:** Pölyn ohjearvoja (VNp 480/1996).

Aine	Ohjearvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tilastollinen määrittely
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	120	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
	50	vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Kokonaisleijuma (TSP) ja hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) kuvaavat ilman hiukkaspitoisuutta. Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) ovat hiukkasia, joiden koko on enintään 10  $\mu\text{m}$  (taulukko 4). Hengitettävien hiukkasten lisäksi tulee ottaa huomioon rakennusmateriaalien ominaisuudet. Esimerkiksi uusiomateriaalina käytetty betonijäte voi sisältää haitallisia aineita kuten elementtien saumauksessa käytettyä PCB:tä, asbestia, öljyä ja raskasmetalleja (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 34). Hengitettynä asbestipöly voi aiheuttaa keuhkopussin syöpää, asbestoosia ja keuhkosityöpää (Työterveyslaitos 2017a). Lisäksi laskeutuva pöly voi aiheuttaa esimerkiksi autojen, ikkunoiden ja pyykkien tahriintumista sekä kiihdyttää teräksen korroosiota (Teräsrakenneyhdistys 2015).

Pölyn mittaaminen tarkoittaa ilmassa olevien hiukkasten määrän mittaamista. Mittaus tehdään keräämällä pölyä suodattimelle ja määrittämällä sen massa punnitsemalla tai laboratoriossa tehtävän kemiallisen analyysin avulla. (Ilmatieteen laitos 2018) Hengitettävien hiukkasten määrän mittaamisen lisäksi voidaan mallintaa niiden leviämistä. Leviämislaskelmia voidaan tehdä esimerkiksi Ilmatieteen laitoksella kehitettyjä leviämismalleja käyttäen. Hengitettävien hiukkasten mallinnus on kaikissa olosuhteissa haastavaa ja siihen voi liittyä suurta epävarmuutta (Nuutinen & Kärtevä 2010).

Pölypäästöjä voidaan vähentää ja estää muun muassa varmistamalla poravaunujen pölynerottelujärjestelmien toimivuus ja käyttämällä ”pölypusseja”, asentamalla murskausasemille pölykatteita (myös kotelointi) ja kastelujärjestelmiä sekä kastelemalla työmaateitä ja purettavia rakenteita. Myös asianmukaisilla työtavoilla ja toiminnan ajoittamisella optimaalisiin sääoloihin voidaan vähentää pölypäästöjä. (Summanen 2013, s. 7)

### 3.4 Tärinä

Tärinä on kiinteissä kappaleissa etenevää värähtelyä, jonka voimakkuus ilmoitetaan kiihtyvyytenä tai desibeleinä. Infrarakentamisessa tärinä on usein maanpinnan aaltoliikettä, joka aiheutuu seismisten aaltojen etenemisestä (muokaten Vuolio 1991, s. 165). Tärinän leviämiseen ja luonteeseen vaikuttavat geologiset olosuhteet, kuten maa- ja kallioperän dynaamiset olosuhteet ja topografia (Vuolio 1991, s. 166–167). Tärinä voi vaurioittaa rakenteita ja herkkiä laitteita sekä häiritä ihmisiä. Ihmisiin kohdistuvia terveyshaittoja ovat muun muassa verenkierrolle, tuki- ja liikuntaelimille ja hermostolle kohdistuvat haitat. (RIL 253-2010, s. 3; Työterveyslaitos 2017) Ympäristövaikutuksia tar-

kasteltaessa tärinä esiintyy usein rakentamisen aikaisena ja kulkeutuu pääosin rakennuksiin ja on kestoltaan lyhytaikaista.

Infrarakentamisessa tärinää aiheutuu etenkin räjäytyksistä, tiivistystöistä, paalutuksesta, työmaaliikenteestä ja erilaisista koneista. Infrarakentaminen aiheuttaa harvoin liiallista ihmiseen kohdistuvaa tärinää, vaan terveysvaikutukset ilmenevät rakennuskoneiden ja -laitteiden käyttäjiin kohdistuvana käsi- tai kehotärinä, joille on annettu työturvallisuuslain (738/2002) nojalla ohjearvot. Rakentamisesta aiheutunut tärinävaikutus voi kuitenkin olla myös terveydellistä haittaa, jos se esimerkiksi herättää unesta tai muuten haittaa lepoa. Lisäksi tärinästä voi aiheutua rakentamisen vaikutuspiirissä asuville ihmisille viihtyvyshaittaa.

Tärinälle ei ole virallisissa säädöksissä määritelty samanlaisia ohjearvoja kuin mitä esimerkiksi melulle on, vaan niitä tarkastellaan tapauskohtaisesti. Taulukossa 5 on yleisarvot ihmisten kokemasta tärinästä sekä rakennusten tärinärajat.

**Taulukko 5.** Ihmisten kokemukset tärinästä sekä rakennusten tärinärajat (Vuolio 1991).

Ihmisen alttius	Heilahdusnopeus mm/s	Rakennusten tärinärajat 20 m etäisyydellä
Tuskin huomattava	2–5	
Havaittava	5–10	Herkät laitteet
Epämiellyttävä	10–20	
Häiritsevä	20–35	Historialliset rauniot
Erittäin epämiellyttävä	35–50	
	50–70	Normaali rakennus

Rakenteiden tärinäkestävyyden tunnuslukuna käytetään heilahdusnopeuden pystykomponentin huippuarvoa, mutta louhittaessa rakennusten tai rakenteiden läheisyydessä on suositeltavaa huomioida myös vaakakomponentin vaikutus (Nevalainen et al. 2010).

Louhinnasta sekä tyypillisistä maa- ja pohjarakennustöistä rakennuksiin kohdistuvia tärinän ohjearvoja esitetään taulukossa 6.

**Taulukko 6.** Heilahdusnopeuden  $v_0$  (mm/s) perusarvo erilaisille maa- ja kalliopohjille perustetuille rakennuksille (RIL 253-2010, s. 25–26).

Työmenetelmä	Perustusten alapinnassa oleva maa- tai kalliopohja			
	Pehmeä savi, leikkauslujuus $< 25 \text{ kN/s}^2$	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Maarakennustyöt*	5	7	10	12
Louhinta 1 m etäisyydellä	9	18	35	140
Louhinta 20 m etäisyydellä	8	15	28	55
Louhinta 100 m etäisyydellä	5	10	17	28
Louhinta 2000 m etäisyydellä	3	5	7	9

\*=Pudotustiivistys, lyöntipaalaus, maankaivu, työmaaliikenne, pontitus lyömällä ja täryttämällä, tärytiivistys, porapaalaus, iskuvasaran käyttö eri tarkoituksiin

Taulukossa 6 esitetyistä heilahdusnopeusarvoista nähdään selkeästi, että louhintatyöt aiheuttavat merkittävimpiä värinävaikutuksia. Esimerkiksi kahden kilometrin päässä suoritettu louhinta aiheuttaa lähes yhtä suuren heilahdusnopeuden perusarvon kalliolle perustetulle rakennukselle kuin vieressä tehty porapaalaus. Arvoja vertailtaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon värinälähteen ja kohteen välillä oleva maa- tai kalliopohja, joka vaikuttaa merkittävästi värinän voimakkuuteen. Pelkkä heilahdusnopeuden käyttäminen värinän arvioinnissa voi antaa harhaanjohtavia lukuja. Kun arvioidaan rakennuksen rungon tai välipohjien värähtelyä, tulisi arvioinnissa käyttää värähtelyn siirtymäamplitudin perusarvoa ja värähtelyn hallitsevaa taajuutta sekä rakennuksen ominaisuuksia ja muodonmuutoskykyä, jolloin rakenteiden vaurioitumisalttiutta voidaan arvioida luotettavammin (RIL 2010; Talja et al. 2014).

Värinää mitataan värinämittareilla. Mittaus tehdään yleisesti kolmekomponenttimittauksena, jossa mitataan heilahdusnopeus, kiihtyvyys, taajuus ja siirtymä. Värinämittauksessa tavoitellaan mittaustulosta, joka on ohjearvoihin nähden vertailukelpoinen tulos. Tämä tapahtuu valitsemalla mitattava taajuusalue 5–300 Hz. (RIL 253-2010, s. 38) Kuvassa 8 on talon perustuksiin kiinnitetty värinämittari.



**Kuva 8.** Sokkeliin kiinnitetty tärinämittari (Suomen Louhintakonsultit Oy 2017).

Tärinää voidaan vähentää monella tapaa. Työtavoilla ja toteutukseen käytetyillä koneilla ja laitteilla on suuri merkitys tärinän suuruuteen. Infrarakentamisessa tyypillisesti tärinää aiheuttavien työvaiheiden tärinänvähentämismenetelmiä esitetään kootusti taulukossa 7.

**Taulukko 7.** Tärinän vähentämistapoja tierakentamisen tyypillisissä työmenetelmissä (RIL 253-2010, s. 41–50).

Työvaihe	Tärinän vähentäminen
Louhinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reikäkoon pienentäminen</li> <li>• pengerkorkeuden pienentäminen</li> <li>• reiän jakaminen useampaan eriaikaisesti räjäytettävään panokseen</li> <li>• hidasteiden käyttö</li> </ul>
Tiivistys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiivistyskoneen painon tai tehon pudottaminen</li> <li>• tiivistettävän kerroksen paksuuden ohentaminen</li> <li>• oskilloivan jyrän käyttäminen</li> </ul>
Paalutus ja pontitus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiiviin kerroksen läpäiseminen muulla menetelmällä (esim. kaivu)</li> <li>• paalun vaakasuuntainen tukeminen</li> <li>• suorien paalujen käyttö</li> </ul>
Työmaaliikenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ajonopeuksien pienentäminen</li> <li>• työmaateiden kantavaksi tekeminen</li> <li>• jousitettujen ajoneuvojen käyttäminen</li> </ul>

Taulukosta 7 nähdään, että tärinää voidaan pääosin vähentää työtehoa tai -saavutuksia pienentämällä, mutta myös hyödyntämällä vaihtoehtoisia tekniikoita. Etenkin louhintatöissä eri tekniikoiden merkitys korostuu, koska louhintatöistä aiheutuu infrarakentamisessa tyypillisimpiä haitallisia tärinävaikutuksia.



### 3.5 Päästöt ilmaan

Suomen virallisen tilaston (2015b) mukaan rakentamisen osuus oli vuonna 2015 noin 2,1 % kaikista Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Infrarakentamisessa päästöjä ilmaan aiheutuu pölyämisen lisäksi lähinnä koneiden pakokaasuista, louhinnan räjähdyskaasuista, kemikaalien haihtumisesta sekä rakennuspaikalla mahdollisesti olevan pilaantuneen maa-aineksen haihtumisyhdisteistä. Päästöjä ilmaan voi aiheutua myös uusiomateriaalien käytöstä. Esimerkiksi tien kantavassa ja jakavassa kerroksessa käytetyn masuunihiekan rikki voi ilman vaikutuksesta hapettua muodostaen vihertäviä, rikille haisevia yhdisteitä (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 22). Kuvassa 9 on kuva rakennustyömaalta, jossa porataan ja murskataan kalliota, kuormataan kiviaineksia ja tiivistetään rakennekerroksia.



**Kuva 9.** Pölyn lisäksi infrarakentamisessa käytettävistä koneista ja laitteista aiheutuu päästöjä ilmaan, melua, tärinää ja energian kulutusta.

Kuvan 9 tapauksen ympäristövaikutuksia ovat melun, pölyn ja tärinän lisäksi päästöt ilmaan. Raskailla dieselkäyttöisillä rakennuskoneilla on merkittävä vaikutus ympäristön ilmanlaatuun. Dieselpakokaasu sisältää useita eri epäpuhtauksia, kuten typen oksideja ( $\text{NO}_x$ ), hiilimonoksidia ( $\text{CO}$ ) ja hengitettäviä hiukkasia ( $\text{PM}$ ) (Zhang et al. 2016). Yhdysvaltojen Ympäristönsuojeluvirasto arvioi, että jos kaikki yhdysvaltalaiset rakennusyritykset vähentäisivät koneiden tyhjäkäyntiä keskimäärin 10 tuntia kuukaudessa, rakentamissektorin  $\text{CO}_2$ -päästöt (hiilidioksidi) vähenisivät puoli miljardia kilogrammaa vuodessa (U.S. Environmental Protection Agency 2009, s. 13). Vähennys olisi suuruusluokaltaan noin 1 % kaikista Suomen vuotuisista  $\text{CO}_2$ -päästöistä (muokaten Suomen virallinen tilasto 2016a).

Valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (79/2017) on määritetty rikkidioksidin, typioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin, lyijyn ja hiukkasten pitoisuuksien raja-arvot ulkoilmassa. Asetuksessa määritetyt raja-arvot esitetään taulukossa 8. Taulukossa 8 esitetyt raja-arvoja ei sovelleta esimerkiksi alueilla, joille yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja



joilla ei ole pysyvää asutusta. Rakennustyömaalla sovelletaan työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä (Vna 79/2017, liite 3).

**Taulukko 8.** Raja-arvot ilman epäpuhtauksille (Vna 79/2017).

Aine	Keskiarvon las- kenta-aika	Raja-arvo µg/m <sup>3</sup>	Sallittujen ylitysten määrä kalente- rivuodessa (vertailujakso)
Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	1 h	350	24
	24 h	125	3
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	1 h	200	18
	kalenterivuosi	40	–
Hiilimonoksidi (CO)	8 h	10 000	–
Bentseeni (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	kalenterivuosi	5	–
Lyijy (Pb)	kalenterivuosi	0,5	–
Hengitettävät hiuk- kaset (PM <sub>10</sub> )	24 h	50	35
	kalenterivuosi	40	–
Pienhiukkaset (PM <sub>2,5</sub> )	kalenterivuosi	25	–

Hengitettävien hiukkasten lisäksi taulukossa 8 esitetyt aineet ovat ihmiselle vaarallisia hengitettynä. Esimerkiksi rikkidioksidi ja typpidioksidi ärsyttävät muun muassa hengitysteitä. Hiilimonoksidi eli häkä heikentää elimistön kykyä kuljettaa happea ja aiheuttaa hapen puutetta. Bentseeni ja lyijy ovat syöpää aiheuttavia aineita ja bentseenin hengittäminen vaikuttaa hermostoon. (Työterveyslaitos 2017b)

Ilmanlaadun mittauksessa hyödynnetään samoja menetelmiä kuin kaupunki-ilman mittauksissa. Ilmanlaatua voidaan mitata automaattisilla analysaattoreilla tai laboratoriossa tehtävillä analyyseillä. Mitattavia ilman epäpuhtauksia ovat muun muassa pienhiukkaset, typen oksidit, otsoni, rikkidioksidi, haisevat rikkiyhdisteet, hiilimonoksidi, bentseeni, tolueeni, ksyleenit ja metaani (Ilmatieteen laitos 2018). Mittaus voi olla tarpeen esimerkiksi silloin, jos työmaan vaikutusalueella asuu ihmisiä ja rakennustoimenpiteistä aiheutuu ilmaan merkittäviä päästöjä.

### 3.6 Päästöt maaperään ja vesiin

Päästöistä maaperään voi aiheutua maaperän ja pohjaveden pilaantumista. Pilaantunut maaperä on ekologisen riskin lisäksi merkittävä riski ihmisten terveydelle ja viihtyvyydelle. Lisäksi siitä aiheutuu pohjaveden pilaantumisriski, sillä maassa olevat haitta-aineet voivat kulkeutua pohjavesiin. (Tiehallinto 2008) Kuvassa 10 on esitetty työskentelyä merenrannalla, josta aiheutuu aina myös päästöriski veteen.



**Kuva 10.** Työskentely rannoilla ja veteen tehty pengerrys aiheuttavat riskin haitallisten aineiden leviämisestä veteen sekä veden samenumista.

Päästöjä maaperään tai pohja- ja pintavesiin voi muodostua muun muassa vuotojen ja onnettomuuksien seurauksena esimerkiksi koneiden polttoaineista, voitelu- ja hydrauliliikkeitä sekä muista kemikaaleista. Myös työmaan pölynsidonnassa käytetyt aineet, uusiomateriaalit ja sivutuotteet sekä räjähtämättömät räjähdysaineet voivat aiheuttaa päästöjä maahan ja vesiin. Kalliopohjavesi liikkuu kalliossa sen rakoja ja ruhjeita pitkin, jolloin louhinnassa käytetyt räjähtämättömät räjähdysaineet voivat päätyä kalliopohjaveteen. (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010)

Kaivosten sivukiviä voidaan käyttää esimerkiksi väylärakentamisen päällysteissä, kantavissa ja jakavissa kerroksissa sekä suodatinkerroksissa. Tutkimusten mukaan tietyissä olosuhteissa etenkin sulfidimalmien sivukivistä ja rikastushiekkoista liukenee raskasmetalleja maaperään ja sitä kautta mahdollisesti vesiin. Liukenevia metalleja ovat muun muassa kadmium, nikkeli, koboltti, lyijy, kromi, arseeni, sinkki, rauta ja mangaani. (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 73)

Infrarakentamisessa pintamaiden poisto voi johtaa pohjaveden muodostumisen mahdollistavan luonnollisen suodattimen tuhoutumiseen, mikä vaikuttaa pohjaveden laatuun. Myös soveltumattomilla materiaaleilla tehty pengerrys voi heikentää pohjaveden laatua, kuten alentaa happipitoisuutta tai muuttaa pH-olosuhteita. Infrarakentaminen voi myös vaikuttaa pohjaveden määrään, kun hulevesiä johdetaan toisaalle, jolloin pohjavettä ei pääse muodostumaan. Pohjaveden pinnan korkeutta voidaan joutua myös alentamaan esimerkiksi kaivantojen kuivana pitämiseksi. Pohjaveden alennus vaikuttaa pohjaveden varastotilavuuteen tietyllä alueella. Myös tunnelin rakentaminen voi alentaa lähialueen kalliopohjaveden pintoja noin 100–150 metrin etäisyydellä tunnelin suuaukoista (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 69). Pohjaveden alenemisen seurauksena pohjavedet pintavesistä erottava salpaava kerros voi murtua, jolloin pintavettä ja kiintoainesta pääsee valumaan pohjaveteen. Pohjaveden pinnan aleneminen voi aiheuttaa myös maaperän painumista, jolloin sillä voi olla haitallisia vaikutuksia rakennuksiin ja rakenteisiin (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 69).

Päästöjä maaperään ja vesiin voidaan ehkäistä esimerkiksi sijoittamalla tankkauspisteet tiiviille ja polttoaineita läpäisemättömälle alustalle, eristämällä polttoainesäiliöt ja haitallisten aineiden varastot maasta, pitämällä koneet asianmukaisessa kunnossa ja varustamalla koneet sekä säiliöt vahingon varalta imeytysaineilla (Summanen 2013 s. 11). Huonokuntoiset työkoneet ja niiden tankkaaminen aiheuttavat merkittävän päästöriskin, jota voidaan pienentää koneiden säännöllisellä kunnon tarkkailulla ja esimerkiksi käyttöönottotarkistuksilla ennen työskentelyn aloittamista työmaalla. Myös riskeistä tiedottaminen ja kouluttaminen ovat ennaltaehkäisyyn kannalta tärkeitä seikkoja, koska maaperään ja vesiin kulkeutuvien päästöjen vähentäminen on suurelta osin myös asenne- ja huolellisuuskysymys (Summanen 2013, s. 6). (VNa 800/2010)

Työmaan toiminnassa lähtökohtana tulee olla se, että päästöjä maaperään tai vesiin ei pääse tapahtumaan. Esimerkiksi valtioneuvoston asetuksessa kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta (800/2010) eli niin sanotussa MURAUS-asetuksessa on määrätty, että polttoaineiden ja muiden ympäristölle haitallisten aineiden pääsy maaperään ja pohjaveteen on estettävä. Maaperän ja vesien pilaantumisen raja-arvoina sovelletaan maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa käytettyjä kynnys- ja ohjearvoja sekä tapauskohtaisesti pintavesille ja pohjavesille asetettuja laatuvaatimuksia (Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007).

Maaperän ja vesien haitta-ainepitoisuuksia voidaan mitata ottamalla pilaantuneesta tai pilaantuneeksi arvioidusta maasta tai vedestä näyte. Näyte analysoidaan laboratoriossa ja tuloksia verrataan luonnollisiin taustapitoisuuksiin sekä pilaantuneen maaperän kynnys- ja ohjearvoihin. Maaperän pilaantuneisuuden ohjearvoja on esitetty valtioneuvoston asetuksen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) liitteessä. Analysoitavia haitta-aineita ovat tapauksesta riippuen esimerkiksi raskasmetallit ja polttoaineperäiset hiilivedyt (Vuori et al. 2009, s. 115). Pohjaveden laatua voidaan tutkia myös kenttämittareilla, joilla mitataan esimerkiksi lämpötilaa, happipitoisuutta ja hapetus-pelkistyspotentiaalia (Suomen Vesiyhdistys 2005, s.16).

### 3.7 Luonnonvarojen kulutus

Vertailtaessa eri toimialoja Suomessa rakentamisen raaka-aineiden kokonaiskulutus on ylivoimaisesti suurinta (Koskela et al. 2013, s. 37). Infrarakentamisessa luonnonvarojen kulutuksen näkökulmasta merkittävin ympäristövaikutus on maa- ja kiviainesten käyttö. Suomessa kulutetaan vuosittain noin sata miljoonaa tonnia kiviaineksia, joista 70 miljoonaa tonnia on jalostettuja eli murskattuja, seulottuja tai luokiteltuja (Lonka et al. 2015, s. 12). Suomessa kiviainesten kulutus asukasmäärään suhteutettuna on Euroopan kärkipäätä. Suureen käyttömäärään vaikuttaa muun muassa suuri pinta-ala, pieni väestötiheys, laaja tieverkosto, nastarenkaiden käyttö sekä tietyissä osissa Suomea olevat paksut savikot, jotka edellyttävät kiviainesten runsasta käyttöä teiden ja rakennusten ra-

kennekerrokseen. (Lonka et al. 2015) Pohjoisesta sijainnista johtuen myös routaolosuh-  
teiden vuoksi on tehtävä paksuja rakenteita.

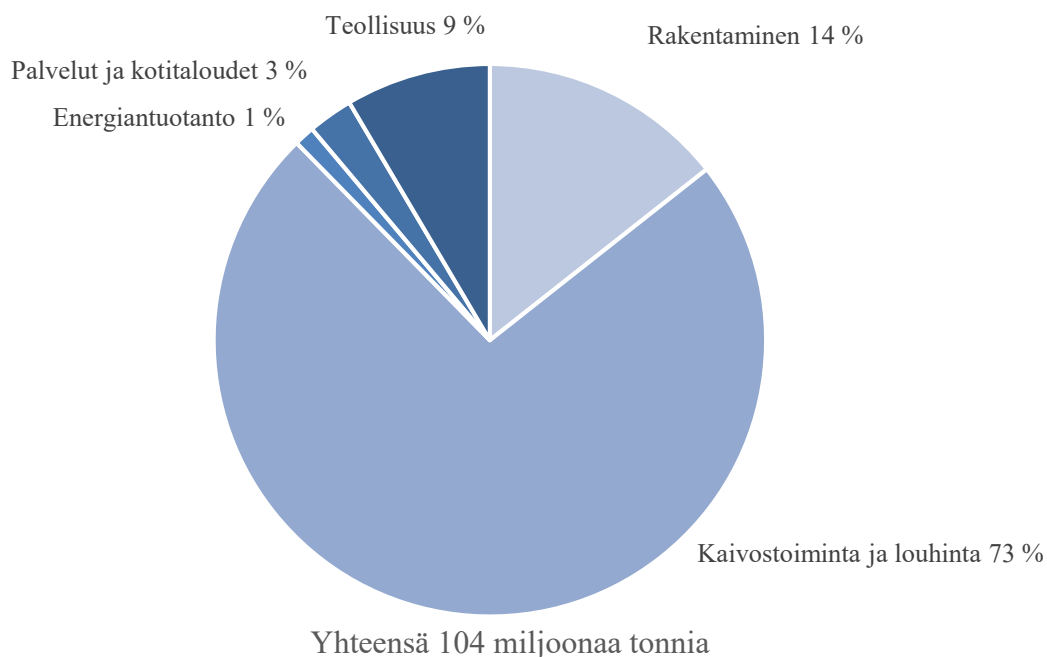
Infrarakentamisessa kiviaineksia käytetään runsaasti teiden, katujen, rautateiden, kent-  
tien ja rakennusten rakennekerrokseen. Infrarakentamisen osuus kaikista kiviainesten  
käytöstä oli vuonna 2005 yli 60 % (Lonka et al. 2015, s. 12). Luonnonsoran ja hiekan  
käyttö on vähentynyt, kun taas kalliokiviaineksen tuotanto on lisääntynyt jo yli 20 vuo-  
den ajan. Kuitenkin vielä vuonna 2006 soran ja hiekan osuus luvitetuista maa-ainesten  
ottomääristä oli 63 %, kallion 35 % ja muiden maalajien 2 % (Sallialmi & Mela 2009,  
s. 15). Nykyisillä käyttömäärillä kiviainekset riittävät 15–25 vuodeksi, mikä on myös  
luonut painetta lisätä kierrätystä ja uusiokäyttöä. Kiviaineshuollon ja infrarakentamisen  
merkittävä tulevaisuuden haaste onkin korvata soran ja hiekan käyttö uusiomateriaaleil-  
la ja sivutuotteilla, kuten betonimurskeella. (Lonka et al. 2015)

Työmaan näkökulmasta massatalous ja materiaalitehokkuus ovat keskeisessä roolissa  
luonnonvarojen kulutuksen ympäristökuormitusta arvioitaessa. Massatalouteen ja mate-  
riaalitehokkuuteen liittyen myös kuljetusten osuus tulee huomioida osana kokonaisval-  
taista ympäristökuormitusta. Työmaan massatalouden tehostamiseksi voidaan laatia  
esimerkiksi massankäyttösuunnitelma.

Uusiutumattomien luonnonvarojen kulutusta voidaan mitata standardisoidulla mineraa-  
lien kulutusmittarilla (*ADP-elements*), jossa lasketaan uusiutumattomien raaka-aineiden  
suhteellinen harvinaisuus maankuoressa ja suhteutetaan se antimonin harvinaisuuteen.  
Tulokseksi saadaan antimoniekvivalentti. Mittarin käyttöä vaikeuttaa vertailuarvon puu-  
te, eikä kyseistä mittaria ole Suomessa juurikaan käytetty. (Pasanen & Miilumäki 2017,  
s. 25) Suomessa tunnetumpi menetelmä on niin sanottu MIPS-mittari, jossa luonnonva-  
rojen kulutusta seurataan elinkaaritasolla. Sen avulla voidaan tarkastella esimerkiksi tie-  
rakentamisen ympäristövaikutuksia. MIPS tulee sanoista ”*material input per unit servi-  
ce*”, eli kulutus suhteutetaan hankkeen tarjoamaan palveluun (Pusenius et al. 2005, s. 1).  
Tarkasteltaessa tien palvelutasoa suhteutettuna kulutettuihin resursseihin tarkastelu kes-  
kittyy tieliikenteen koko elinkaarelle, jota tutkittaessa elinkaari tulee määrittää sekä tei-  
den että ajoneuvojen osalta. Tierakenteen elinkaaritarkastelu on siis yksi osa MIPS-  
mittarin tulosta (Pusenius 2004, s. 39).

### 3.8 Jätteiden tuottaminen

Suomessa rakentaminen tuottaa kaivostoiminnan jälkeen toiseksi eniten jätettä kaikista  
toimialoista. Rakentamisen jätteistä suurin osa, noin 90 %, on peräisin maarakentami-  
sesta (Salmenperä et al. 2015, s. 14). Suurta jätemäärää selittää maarakentamisessa  
muodostuvat ylijäämämassat. Kuvassa 11 on esitetty jätteiden kertymät Suomessa sek-  
toreittain vuodelta 2015.



**Kuva 11.** Jätteiden kertymät sektoreittain vuonna 2015. (Suomen virallinen tilasto 2015b).

Kuvasta 11 nähdään, että vuonna 2015 rakentaminen tuotti yli 15 miljoonaa tonnia jätettä, mikä vastaa 14 % kaikesta kertyneestä jätteestä. Kuvan 11 rakentamisen tuottamien jätteiden tilastointi perustuu esikäsittelylaitoksissa, hyödyntämiskohteissa kuten maanrakennuskohteissa sekä läjitysalueilla vastaanotettujen rakentamisen jätteiden määrään (Suomen virallinen tilasto 2015c).

Jätteiden määrään voidaan vaikuttaa niiden uusiokäytön lisäksi vähentämällä materiaalihukan määrää. Materiaalihukan osuus rakentamisessa käytetyistä materiaaleista on noin 10 % ja sitä esiintyy erityisesti talonrakentamisessa (Hämäläinen & Teriö 2011, s.16). Hankkeen tyypistä riippuen sen merkitys voi olla huomattava myös infrarakentamisessa. Työmaalla materiaalihukkaa ja sitä kautta jätteiden määrää voidaan vähentää esimerkiksi hankintojen suunnittelulla ja asianmukaisella rakennusmateriaalien varastoinnilla. Taulukossa 9 on esitetty hankinta- ja varastointitoimenpiteitä materiaalihukan vähentämiseksi.

**Taulukko 9.** *Materiaalihukan vähentämistoimenpiteitä työmaalle (muokaten Hämäläin & Teriö 2011, s. 17).*

Hankinnat	Varastointi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pyritään mahdollisimman tarkkaan määrälaskentaan</li> <li>• Tilataan mahdollisimman paljon esivalmistettuja komponentteja</li> <li>• Pyritään siihen, että tilaukset ja käyttö etenevät samassa tahdissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimoidaan työmaalla säilytettävien materiaalien määrä</li> <li>• Pyritään mahdollisimman lyhyeen varastointiaikaan</li> <li>• Toimitetaan materiaalit suoraan työkohteeseen</li> <li>• Käytetään materiaalien siirtoihin oikeita siirtomenetelmiä ja -välineitä</li> <li>• Noudatetaan materiaalintoimittajan suojaus- ja varastointiohjeita</li> <li>• Varastoidaan materiaalit aina kuormalavojen tai aluspuiden varaan</li> </ul>

Taulukossa 9 esitettyjen toimenpiteiden lisäksi työmaan materiaalihukkaan voidaan vaikuttaa myös toteutus suunnittelussa esimerkiksi aikataulutuksen ja eri työvaiheiden yhteensovittamisen kautta, jolloin varastointiaikoja voidaan mahdollisesti lyhentää ja ylimääräistä materiaalien siirtelyä välttää. Rakentamisen aikana materiaalihukkaa voidaan tehokkaasti vähentää käyttämällä koneohjausta (Rakennusteollisuus RT ry 2014).

### 3.9 Energian kulutus

Infrarakentamisessa energian kulutus muodostuu muun muassa koneiden ja laitteiden polttoaineiden kulutuksesta, työmaasähkön kulutuksesta sekä sosiaalitilojen käytöstä. Infrarakennustyömaat eroavat paljon toisistaan, joten yksiselitteistä energiankulutusta on vaikea määritellä. Häkkinen et al. (2005) ovat tutkineet kerrostalorakentamisen energiankulutusta ja saaneet sosiaalitilojen osuudeksi 6 % koko kulutuksesta. Lukemaa ei kuitenkaan voi kovin luotettavasti verrata infrarakentamiseen, koska eri työmaiden energiankulutus vaihtelee huomattavasti enemmän kohteittain kuin talonrakentamisessa. Esimerkiksi suurella infrarakennustyömaalla voi olla kymmeniä, jopa satoja eri koneita ja muuttuva määrä myös sosiaalitiloja, jolloin sosiaalitilojen osuus energiankulutuksesta on mitä todennäköisimmin pieni. Voidaan siis todeta, että infrarakennustyömaan energiankulutuksesta suuri osa muodostuu polttoaineiden kulutuksesta. Tämä ei silti tarkoita, etteikö esimerkiksi työmaan valaistukseen tai sosiaalitilojen energiankäyttöön tulisi kiinnittää huomiota.

Suomessa vuonna 2015 rakentaminen kulutti 28 968 TJ öljytuotteita, mikä vastaa noin 4,1 % koko kulutuksesta (Suomen virallinen tilasto 2015a). Luku on merkittävä, sillä lisäksi maaliikenteen öljytuotteiden käyttö tilastoidaan rakentamisesta erillään, joten infrarakentamisessa yleisillä teillä tehdyt kuljetukset eivät ole tilastossa mukana. Tilastoa ei kuitenkaan voi luotettavasti suoraan verrata infrarakentamisessa käytettyihin polttoaineisiin, sillä tilastossa rakentamiseen sisältyy myös esimerkiksi talonrakentamisessa käytetyt öljytuotteet kuten rakennusten rakentamisen aikainen lämmitys öljytuotteilla. Infrarakentamisessa tyypillisesti käytetyt koneet kuluttavat kuitenkin huomattavan mää-

rän polttoaineita ja aiheuttavat merkittävästi päästöjä (Jukic et al. 2016). Sharrard et al. (2007) toteavat, että arviot energian käytöstä keskittyvät pitkälti työkoneiden kulutukseen, mutta myös rakentamisessa käytetyt muut laitteet kuluttavat energiaa huomattavasti luultua enemmän.

Yksi keino vähentää infrarakentamisen energian kulutusta on koneiden joutokäynnin vähentäminen. Lewis et al. (2012) ovat tutkineet dieselkäyttöisten rakennuskoneiden joutokäynnin vaikutusta polttoaineen kulutukseen ja CO<sub>2</sub>-päästöihin. Tutkimuksessa tarkasteltiin eri vuosimallia olevia dieselkäyttöisiä traktorikaivureita, puskukoneita, kairavinkoneita, tiehöyliä, dumppereita sekä tela- ja pyöräkuormaajia. Eri koneille saatiin keskimääräisiä operatiivisia tehokkuuksia välillä 41–85 % eli joutokäyntiä oli koneesta riippuen 15–59 % varsinaisesta työajasta. Tutkimuksen tulos myös osoitti, että koneiden operatiivisen tehokkuuden kasvaessa (eli joutokäyntiajan pienentyessä), polttoaineen kulutuksen ja CO<sub>2</sub>-päästöjen suhteellinen osuus pienenee. (Lewis et al. 2012)

Viime aikoina on tutkittu yhä enemmän hybriditeknologian hyödyntämismahdollisuuksia työkoneissa. Tutkimukset osoittavat, että hybriditeknologian hyödyntäminen on mahdollista, mutta autoteollisuudessa toimiviksi todettujen ratkaisujen tehokas siirtäminen työkonetekniikkaan vaatii vielä lisätöitä (Dinh et al. 2017). Tästä huolimatta Suomessaakin on jo käytössä hybridikaivinkoneita, joissa sähköä varaava kondensaattori ottaa voimansa koneen liikkeistä (Suomen rakennuskone Oy 2018). Valmistajan ilmoituksen mukaan polttoainesäätö voi olla koneen kokoluokasta riippuen jopa 30 % (Komatsu 2018).

## 4. MITTARIT YMPÄRISTÖRISKIEN HALLINNAS- SA

### 4.1 Mittareiden luokittelu

Mittarit voidaan jakaa kvantitatiivisiin (määrällisiin) ja kvalitatiivisiin (laadullisiin) mittareihin. Kvantitatiivisen tiedon kerääminen ja käsittely on helpompaa ja yksiselitteisempää kuin laadullisen, joten suurin osa mittaamisesta tehdään kvantitatiivisilla mittareilla. Toisaalta kvalitatiivisten mittareiden avulla voidaan löytää syitä mitattaville tapahtumille, jolloin ne mahdollisesti paljastavat ongelmia tai epäkohtia aiemmin kuin kvantitatiiviset mittarit. (Kankkunen et al. 2005, s. 137)

Kvantitatiivisissa mittareissa käytetään pääosin absoluuttisia ja suhteellisia lukuja, jotka ovat tyypillisesti keskiarvoja. Mittaustulos ei voi täten siis olla absoluuttinen totuus, vaan kvantitatiiviset mittarit kadottavat jonkin verran tietoa. (Kankkunen et al. 2005) Kvalitatiivisissa mittareissa mittauksen tulos perustuu mitattavan kohteen ominaisuuksiin, jotka mittaaja arvioi. Tähänkin sisältyy epävarmuutta, koska mittaus on osin riippuvainen mittaajan subjektiivisesta näkemyksestä. Mittauksen epävarmuutta voidaan pienentää asettamalla tarkat reunaehdot ja kriteerit mitattavan kohteen arvioinnille, jolloin mittaajan tekemien tulkintojen vaikutus pienenee ja mittarin tarkkuus paranee. (Salminen 2005)

Kvantitatiivisiin ja kvalitatiivisiin luokittelun lisäksi mittareita voidaan luokitella myös esimerkiksi taloudellisiin ja ei-taloudellisiin, koviin ja pehmeisiin sekä suoriin ja epäsuoriin mittareihin (Lönnqvist & Mettänen 2003). Taulukossa 10 on esitetty eri mittari-  
luokkien ominaisuuksia.



**Taulukko 10.** Eri mittariluokkia ja niiden ominaisuuksia (Lönngqvist & Mettänen 2003; Kankkunen et al. 2005).

Mittariluokka	Ominaisuudet
Määrälliset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perustuvat absoluuttisiin ja suhteellisiin lukuihin</li> </ul>
Laadulliset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perustuvat mittaajan arvioon mitattavasta kohteesta</li> </ul>
Taloudelliset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perustuvat rahamääräiseen tietoon</li> <li>• vakiintuneet laskentaperusteet → tulokset vertailukelpoisia</li> <li>• esim. liikevaihto ja käyttökate</li> </ul>
Ei-taloudelliset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perustuvat ei-rahamääräiseen tietoon</li> <li>• laskentaperusteet ei vakiintuneita → tulokset ei vertailukelpoisia</li> <li>• esim. varaston kiertonopeus ja ympäristömittari</li> </ul>
Kovat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perustuvat yksikäsitteisiin lähtöarvoihin</li> <li>• esim. liiketapahtumat ja suoritusmäärät</li> </ul>
Pehmeät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perustuvat ihmisten asenteisiin, näkemyksiin ja tuntemuksiin</li> <li>• esim. kyselyt</li> </ul>
Suorat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• soveltuu käytettäväksi, kun mitattavaa asiaa voidaan mitata suoraan tunnusluvuista</li> <li>• esim. liikevaihto</li> </ul>
Epäsuorat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun jotain asiaa ei voida mitata suoraan, mitataan tekijää, jonka tiedetään liittyvän läheisesti mitattavaan asiaan</li> <li>• esim. tuottavuus</li> </ul>

Perinteisiä taloudellisia mittareita kohtaan on esitetty kritiikkiä muun muassa siksi, että niiden käyttö voi johtaa lyhytnäköiseen voittojen tavoitteluun ja että ne ovat riittämättömiä ohjaamaan nykyaikaista organisaatiota menestykselliseen toimintaan pitkällä tähtäimellä. Kritiikistä huolimatta taloudellisia mittareita käytetään yleisesti yrityksen suorituskyvyn mittaamiseen. Taloudellisten mittareiden käyttöä puoltaa muun muassa, että yrityksillä on niiden käytöstä kokemusta pitkältä ajalta ja niiden luotettavuus on yleisesti testattu ja tunnettu. (Kankkunen et al. 2005, s. 31–32) Nykypäivänä on myös kasvanut tarve mittareille, joilla voidaan tehokkaammin ohjata yrityksen strategian toteutusta. Tässäkin tutkimuksessa taustalla on tarve kehittää menetelmä, jota yritys voi käyttää työkaluna ympäristöstrategian toteutukselle ja jalkauttamiselle.

Taulukossa 10 esitettyjen mittareiden luokittelu ei ole toisiaan poissulkeva, vaan mittari voidaan lukea kuuluvaksi useampaan eri luokkaan. Esimerkiksi tuottavuutta voidaan mitata sekä taloudellisten, kovien ja pehmeiden sekä suorien ja epäsuorien mittareiden avulla. Eri mittariluokkia käytettäessä myös mittausinformaation laatu eroaa toisistaan: tuottavuutta mitattaessa mittausinformaatio voi perustua esimerkiksi siihen, kuinka paljon henkilö valmistaa tuotteita tietyssä aikayksikössä (suora) tai virheiden määrään, työilmapiiiriin, poissaoloihin ja henkilöstön vaihtuvuuteen (epäsuora) (Kankkunen et al. 2005, s. 33–34).

## 4.2 Mittareiden käyttötarkoitus

Mittareita voidaan käyttää yrityksissä moniin eri käyttötarkoituksiin. Simons (2000) on luokitellut mittareita käyttötarkoitukseltaan viiteen eri luokkaan seuraavasti:

1. päätöksenteko
2. kontrollointi
3. ohjaaminen
4. koulutus ja oppiminen
5. kommunikointi organisaation ulkopuolelle.

Mittaamisella saatavaa informaatiota voidaan käyttää päätöksenteon tukena. Mittareiden tuottamaa informaatiota käytetään apuna sekä tulevaisuuden suunnittelussa että olemassa olevan liiketoiminnan eri osa-alueiden koordinoinnissa. (Simons 2000, s. 68–69) Mittareiden avulla voidaan arvioida toiminnan nykytasoa, mikä toimii perustana täsmällisten suunnitelmien tekemiselle. Lisäksi mittarit ovat keino tiivistää usean eri tietolähteen tuottamaa tietoa. (Kankkunen et al. 2005, s. 110, 113).

Kontrolloinnin tarkoituksena on tarkkailla jatkuvasti toiminnan kannalta olennaisia parametreja, joiden tavoitetasojen alittaminen ei ole hyväksyttävää. Toisin sanoen mittarin on tarkoitus antaa ennakkovaroitus esimerkiksi mahdollisesti toteutuvasta riskistä. Mittaus voidaan suorittaa jatkuvana tai tietyin väliajoin. (Simons 2000, s. 69, Kankkunen et al. 2005, s. 94) Kuten aiemmin mainittu, yritysten aineeton pääoma on yksi nykyisen kilpailuympäristön avaintekijöistä. Perinteiset taloudelliset mittarit eivät kuitenkaan ohjaa yrityksen sisäistä jatkuvaa kehitystä ja innovaatiotoimintaa, vaan niillä pyritään kontrolloimaan liiketoimintaprosessia. Kontrollointi tapahtuu mittaamalla lopputulosta, vertaamalla sitä tavoitteeseen ja tekemällä tarvittavia muutoksia tavoitteen saavuttamiseksi. Lopputulokseen vaikuttaa kuitenkin useita eri häiriötekijöitä, joiden kontrollointi ja havaitseminen voi olla vaikeaa tai mahdotonta. Lisäksi toiminnan ohjaaminen pelkän lopputuloksen kontrolloinnin avulla on usein liian hidasta nopeasti muuttuvassa kilpailutilanteessa. (Kankkunen et al. 2005, s 96)

Edellä mainituista syistä toiminnan ohjaaminen ennakolta on tärkeää yrityksen strategian toteuttamisen kannalta. Mittaamisen avulla voidaan korostaa tärkeiksi koettujen asioiden merkitystä ja ohjata henkilöstöä tekemään strategian mukaisia asioita. Jo pelkkä mittarin olemassaolo ja käyttäminen viestittää yrityksen tavoitteita ja arvoja henkilöstölle. Kun mittaaminen tehdään ohjaustarkoituksessa, mittaamisen ei välttämättä tarvitse olla täysin eksaktia, vaan riittää, että mittari ohjaa oikean menestystekijän huomioimiseen. (Lönnqvist et al. 2005; Kankkunen et al. 2005, s 97)

Mittareita voidaan käyttää koulutuksen ja oppimisen tukena. Mittariston avulla työntekijä voi havaita oman työpanoksensa merkityksen koko organisaation strategian ja tuloksen kannalta. Mittariston eli mittareiden kokonaisuuden avulla voidaan tarkastella,

miten eri menestystekijät voivat olla toisistaan riippuvaisia ja miten esimerkiksi yhden tiimin työpanos vaikuttaa ylemmän organisaation tulokseen. Lisäksi mittareiden avulla työntekijä voi havaita oman kehittymisensä ja kehittymistarpeensa ja ne voivat luoda positiivista kilvoittelua esimerkiksi silloin, kun tietyn osaston sisällä mitataan jotakin keskeistä menestystekijää. (Simons 2000, s. 70, Kankkunen et al. 2005, s. 111, 113–115)

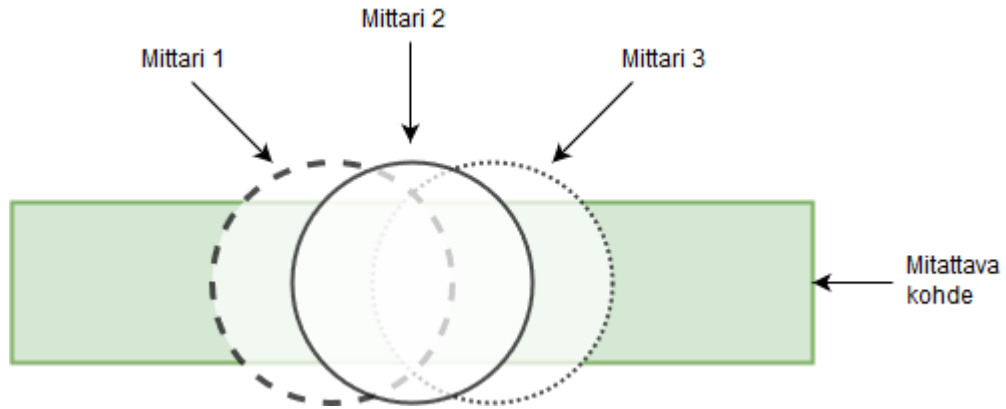
Mittareiden tuottaman informaation avulla voidaan seurata myös organisaation ulkopuolisia asioita, kuten tunnistaa tärkeimpiä sidosryhmiä ja niiden tarpeita. Organisaatio tarvitsee tietoa sen ulkopuolisista tekijöistä, mutta organisaation ulkopuoleiset tekijät tarvitsevat tietoa myös organisaatiosta. Mittareiden avulla sidosryhmille, kuten rahoittajille, voidaan esittää niiden päätöksenteon kannalta merkittäviä asioita. (Simons 2000, s. 71, Kankkunen et al. 2005, s. 116)

### 4.3 Mittarilta vaadittavat ominaisuudet

Hyvän mittarin tulisi Lönnqvist & Mettänen (2003) mukaan täyttää mahdollisimman hyvin seuraavia mittausteoreettisia ominaisuuksia:

- validiteetti
- reliabiliteetti
- relevanssi
- käytännöllisyys

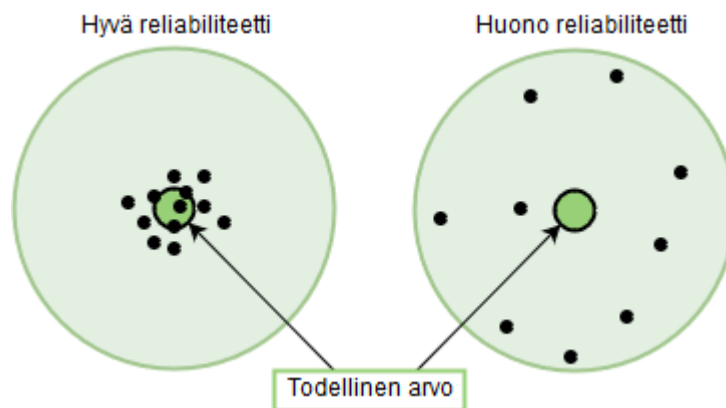
Validiteetti kuvaa mittarin kykyä mitata tutkittavaksi tarkoitettua tekijää. Jos validiteetti on heikko, mittariin sisältyy jokin systemaattinen virhe. Validiteetti on hyvä silloin, kun mittaria käytetään oikeaan kohteeseen, oikeaan aikaan ja oikealla tavalla eli validiteetin taustalla on keskeinen mittaukseen liittyvä ominaisuus. Tekijä eli mitattava kohde ja sitä mittaava mittari ovat eri asioita. Yhtä tekijää voidaan mitata monella eri mittarilla, joissa kaikissa on omat puutteensa. Mittarit voivat huomioida mitattavan tekijän kannalta epäoleellisia asioita tai jättää oleellisia asioita huomioimatta (kuva 12). Mikään mittari ei siis ole täydellinen (Lönnqvist & Mettänen 2003; KvantiMOTV 2008)



**Kuva 12.** Mitattavan kohteen ja mittarien suhde (Lönnqvist & Mettänen 2003).

Kuvassa 12 mittareiden systemaattinen virhe muodostuu oleellisten asioiden mittaamatta jättämisestä (ympyröiden peittämättä jäävä vihreä alue) ja epäoleellisten asioiden mittaamisesta (mitattavan kohteen ulkopuolinen alue).

Reliabiliteetti kuvaa mittarin arvon satunnaisvirhettä. Reliabelin mittarin tuloksissa ei ole satunnaisvaihtelua, vaan ne ovat johdonmukaisia. Kuvassa 13 on esitetty reliabiliteetiltään hyvä ja huono mittari.



**Kuva 13.** Reliabiliteetiltään hyvä ja huono mittari.

Kuvassa 13 mustat pisteet esittävät mittarin arvoja. Reliabiliteetiltään hyvän mittarin arvot ovat lähellä todellista arvoa. Huonon reliabiliteetin omaavassa mittarissa arvot ovat taas hajaantuneet satunnaisesti eri puolille todellista arvoa eikä mittarin tuloksista voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Reliabiliteetti ja validiteetti liittyvät tiiviisti toisiinsa: heikon reliabiliteetin mittarilla myöskään validiteetti ei toteudu. Jos taas mittarin validiteetti on heikko, ei sen reliabiliteetillakaan ole suurta merkitystä. (Lönnqvist & Mettänen 2003)

Mittarin relevanssi kuvaa mittarin olennaisuutta sen käyttäjän tarpeiden kannalta. Esimerkiksi strategisessa mittarissa on olennaista mitata strategian toteutuksen kannalta keskeisiä menestystekijöitä. Yleisesti tarkasteltuna relevantti mittari on sellainen, jonka

käyttäjä kokee tärkeäksi ja vastaavasti epärelevantilla mittarilla ei ole sen käyttäjälle arvoa. (Lönnqvist & Mettänen 2003)

Käytännöllisyydellä tarkoitetaan kustannustehokkuutta ja kuinka helppoa tai vaikeaa mittaria on käyttää. Mittari ei ole käytännöllinen, jos tiedon kerääminen ja arvojen laskeminen vaatii suuria kustannuksia tai vaivaa suhteessa saavutettavaan hyötyyn. (Lönnqvist & Mettänen 2003)

#### 4.4 Ympäristökestävyyden arviointi

Ympäristökestävyydellä tarkoitetaan tekijöitä ja käytäntöjä, jotka edistävät ympäristön laatua ja kestävä kehitystä pitkällä aikavälillä (Moldan et al. 2012). Ympäristökestävyyden arvioinnissa lähtökohtana on koko hankkeen elinkaaren aikaiset vaikutukset. Ympäristökestävyyden arviointia tarvitaan muun muassa hankkeiden toteutuksen vaihtoehtoja tarkasteltaessa, sillä elinkaaren aikainen ympäristökuormitus on pitkälti määrävänä valintaperusteena eri toteutusvaihtoehtoja vertailtaessa. Ongelmana ympäristökestävyyden elinkaarinäkökulman laskentamenetelmissä on niiden kankeus ja suurpiirteisyys (Kankkunen et al. 2005, s. 215). Ympäristökestävyyden arviointi sisältää paljon arvopohjaisia valintoja, oletuksia, skenaarioita ja epävarmuuksia (Sorvari 2018).

Ympäristökestävyyden arviointiin on sekä kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä (Sorvari 2018). Taulukossa 11 on esimerkkejä erilaisista menetelmistä.

**Taulukko 11.** Ympäristökestävyyden arviointimenetelmiä (muokaten Sorvari 2018).

Kvantitatiivisia	Kvalitatiivisia tai semikvantitatiivisia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• elinkaariarviointi (LCA)</li> <li>• kustannus/hyöty –analyysi</li> <li>• jalan-/kädenjälkianalyysit</li> <li>• riskianalyysi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkistuslistat</li> <li>• pisteytykset</li> <li>• taulukoinnit</li> <li>• indikaattorit</li> </ul>

Taulukossa 11 esitetyistä menetelmistä kvantitatiiviset menetelmät ovat usein laajempia ja vaativat paljon pohjatietoa. Kvalitatiivisten menetelmien avulla voidaan kerätä helpommin tietoa yksittäisistä tekijöistä (Sorvari 2018). Infrarakentamisessa indikaattorit ja tarkistuslistat ovat yleisesti käytettyjä kvalitatiivisia arviointimenetelmiä. Niitä käytetään esimerkiksi väylärakentamisen riskienhallinnan työkaluina.

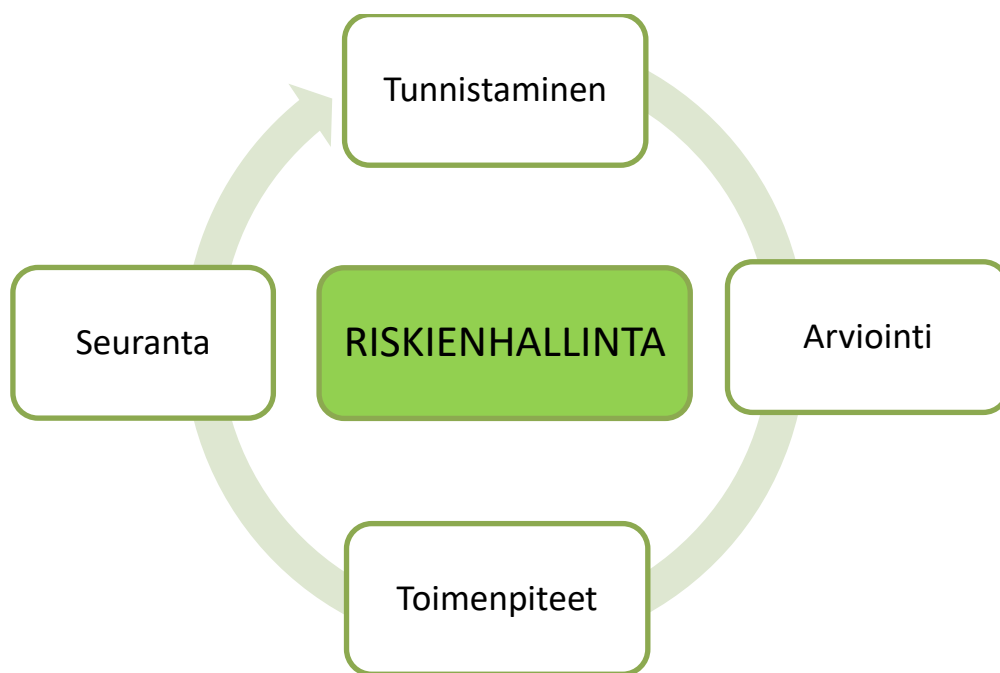
Indikaattorin taustalla voi olla mittarilla mitattu tieto, josta käytetään lopputulosta tai indeksiä. Indikaattoreita on lukuisia erilaisia. Ne voivat olla esimerkiksi tunnuslukuja, joilla kuvataan asioiden tilaa ja kehitystä. Esimerkiksi CEN TC 350 -standardeihin sisältyy 24 raportoitavaa ympäristövaikutusluokkaa ja resurssitehokkuuden mittaria (Pasanen & Miilumäki 2017, s. 25). Indikaattoreihin liittyy läheisesti myös indeksimittarit, joita on käsitelty tutkimuksen kohdassa 4.6.

Tarkistuslistat sisältävät usein johdonmukaisesti listattuja tapahtumia tai vertailuperusteita, joiden esiintyvyyttä tai puutetta listan käyttäjä mittaa. Tarkistuslistan avulla voidaan varmistaa, että kaikki oleelliset mitattavalle tai arvioitavalle kohteelle määritellyt tarkistuskohteet, asiat tai mahdolliset tapahtumat tulee käytyä läpi. Tarkistuslistoja voidaan käyttää esimerkiksi riskien tunnistamiseen. Ongelmaksi voi muodostua kuitenkin se, että harvinaisemmat riskit voivat jäädä tunnistamatta, joten riskienhallinnassa on tarpeen käyttää myös muita työkaluja. (Liikennevirasto 2017a, s. 13–14) Esimerkki laajasta tarkistuslistasta on esitetty kohdassa 4.6.3.

## 4.5 Ympäristöriskien tunnistaminen ja arviointi

### 4.5.1 Riskienhallinta

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 2. luvun 6. pykälän mukaan toiminnanharjoittajan on oltava riittävästi selvillä oman toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista (selvitysovelvollisuus). Kuvassa 14 on esitetty riskienhallintaprosessi, jossa riskit tunnustetaan, arvioidaan ja päätetään tarvittavat toimenpiteet sekä seurantamenetelmät.

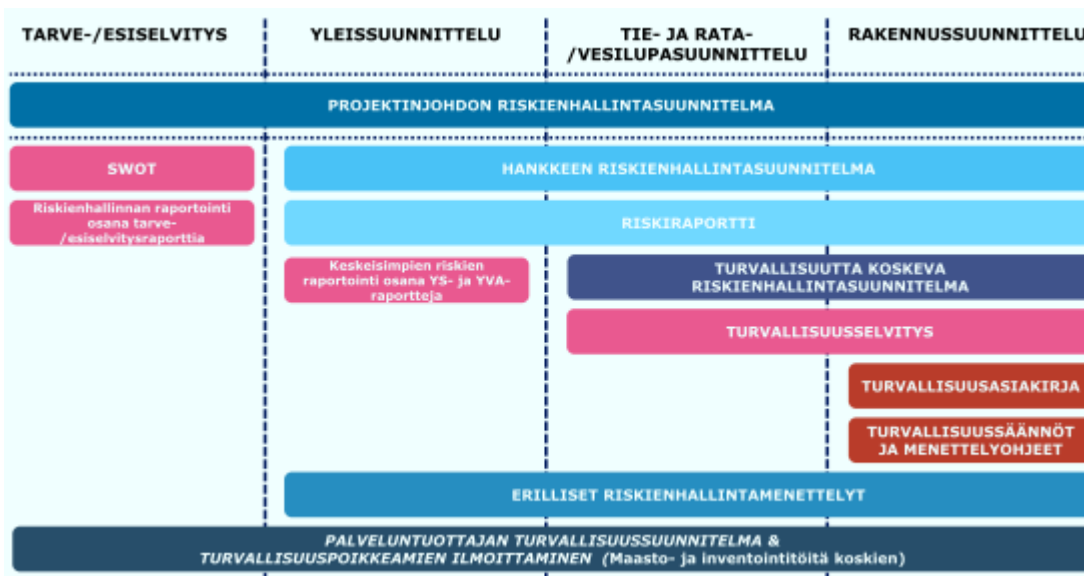


**Kuva 14.** Riskienhallintaprosessi (Liikennevirasto 2017a).

Ympäristöriskien hallinta alkaa ympäristöriskien tunnistamisesta, johon on olemassa erilaisia työkaluja. Ympäristöriskejä voidaan tunnistaa ja arvioida esimerkiksi erilaisten tarkistuslistojen, suunnitelmien, asiantuntijoiden ammattitaidon ja kokemuksen sekä tunnistettujen ympäristöriskien arvottamisen avulla (Liikennevirasto 2017a, s. 12). Riskien arviointimenetelmissä keskeisimmät kehitystarpeet liittyvät mittaus- ja valvontajärjestelmien (monitorointi), mallinnuksen ja ympäristöriskien arvottamisen kehittämiseen

(Wessberg 2007, s. 25), eli tämän tutkimuksen aiheeseen. Ympäristöriskien tyypillisiä hallintamenetelmiä on esitelty tarkemmin kohdissa 4.5.1–4.5.4.

Ympäristöriskejä tunnistetaan ja arvioidaan eri suunnitteluvaiheissa hankkeen alusta alkaen. Esimerkiksi väylärakentamisessa tilaaja vastaa suunnitteluhankkeen riskienhallinnasta ja palveluntuottaja riskienhallinnan sopimuksen mukaisesta toteutuksesta (Liikennevirasto 2017b, s. 12). Huomion arvoista on se, että riskienhallintatyötä tehdään yhdessä ja avoimesti. Riskejä tunnistetaan, arvioidaan ja kehitetään tarvittavia toimenpiteitä yhteistyössä eri osapuolten kesken. Myös riskien vastuutahot, eli se kuka mahdollisesti kantaa vastuun riskin toteutuessa, mietitään yhdessä ennen töiden aloittamista. (Lehti-Miikkulainen 2005; Liikennevirasto 2017b) Kuvassa 15 on esitetty tarvittavat riskienhallinta- ja turvallisuudokumentit väylähankkeiden suunnittelun eri vaiheissa.



**Kuva 15.** Väylähankkeiden riskienhallinta- ja turvallisuudokumentit eri suunnitteluvaiheissa (Liikennevirasto 2017, s. 16).

Väylärakentamisessa ympäristöriskit huomioidaan jokaisessa suunnitteluvaiheessa. Ympäristöriskien merkitys korostuu erityisesti yleissuunnitelmavaiheessa tehtävässä ympäristöselvitys- tai YVA-raportissa, joissa tunnistetaan ja arvioidaan hankkeen ympäristövaikutukset. YVA:a eli ympäristövaikutusten arviointimenettelyä on käsitelty laajemmin tämän tutkimuksen esiselvityksenä tehdyssä tutkimuksessa tierakentamisen ympäristövaikutuksista (Turpeinen 2018). Suunnitteluvaiheessa palveluntuottajan tulee laatia myös riskienhallintasuunnitelma, joka on ensisijainen työkalu palveluntuottajan, eli useissa tapauksissa urakoitsijan, riskienhallinnassa. Alla on esitelty tarkemmin riskienhallintasuunnitelmaa sekä tyypillisiä riskienhallinnan työkaluja, joita käytetään tavallisesti ympäristöriskien hallinnassa.

## 4.5.2 Riskienhallintasuunnitelma

Riskienhallintasuunnitelma on tärkeä työkalu työmaan riskienhallinnassa. Yleisesti palveluntuottaja tekee oman riskienhallintasuunnitelmansa urakan tarjousvaiheessa tai viimeistään toteutussuunnitteluvaiheessa. Tarve- tai esiselvitysvaiheessa epäselviksi jääneet asiat kirjataan riskienhallintasuunnitelmaan, jotta ne voidaan huomioida myös seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Väylähankkeissa yleissuunnitelmavaiheen aikana järjestetään työpajoja, joissa riskejä tunnistetaan, arvioidaan ja kirjataan riskienhallintasuunnitelmaan useamman asiantuntijan voimin. (Liikennevirasto 2017, s. 16–17) Kuvassa 16 on esitetty esimerkki ympäristöriskeistä riskienhallintasuunnitelmassa.

Nro	Koskee urakka K/E	Mahdollinen vaara, riski	Vaaran / riskin kuvaus, seuraukset	Toimenpide-ehdotus / jatkotoimenpiteet	Todennäköisyys	Riskin vakavuus	Yhteisvaikutus
5		Ympäristö					
5.1		Ympäristöriskit					
	K	Pohjaveden ja maaperän pilaantuminen	Vaikutuksen luontoon ja ihmisiin	Kemikaalien oikea varastointi ja toiminta kemikaalivuodon sattuessa	2 (ha)	4 (su)	8 (ko)
	E	Vesistöjen pilaantuminen	Vaikutuksen luontoon ja ihmisiin	Kemikaalien oikea varastointi ja toiminta kemikaalivuodon sattuessa, suunnitelmien noudattaminen ja veden samentamisen välttäminen kaivutekniikalla	4 (yl)	2 (li)	6 (va)
	E	Suojeltavat lajit	Suojeltava laji tai sen elinalue tuhoutuu	Tilaajan ohjeiden noudattaminen	5 (eyl)	3 (va)	15 (me)

**Kuva 16.** Esimerkki riskienhallintasuunnitelman ympäristöriskeistä (ote GRK Oy:n riskienhallintasuunnitelmasta).

Riskienhallintasuunnitelmassa on tärkeää, että kaikki mahdolliset urakkaa koskevat riskit on tunnistettu ja kirjattu suunnitelmaan. Tämän jälkeen voidaan arvioida riskin realisoitumisen seuraukset sekä jatkotoimenpiteet riskin hallitsemiseksi. Kuvan 16 riskienhallintasuunnitelmassa riskien arvioinnissa käytetään riskimatriisia, jota on esitelty tarkemmin seuraavassa alaluvussa. Jotta riskienhallintasuunnitelma toimii mahdollisimman tehokkaana työvälineenä urakoitsijan riskienhallinnassa, on ensiarvoisen tärkeää, että sitä päivitetään ja tarkennetaan jatkuvasti hankkeen edetessä.

## 4.5.3 Riskimatriisi

Riskimatriisin avulla voidaan luokitella riskin merkittävyys tapahtuman seurausten vakavuuden ja esiintymisen todennäköisyyden perusteella. Riskimatriisi auttaa hahmottamaan riskien merkittävyyttä ja antaa tukea päätöksenteolle sen käsittelystä: onko riski hyväksyttävissä vai tarvitaanko käsittelyä. Kuvassa 17 on esitetty riskimatriisin perusidea. Liikenneviraston infrarakennushankkeisiin kehitetty riskimatriisi toimenpideluokineen on liitteessä A (Liikennevirasto 2017a). Liitteen A riskimatriisissa asteikot ja luvun mukaan määräytyvät toimenpiteet poikkeavat hieman tässä esitetystä yksinkertaistetusta versiosta.



Todennäköisyys	4				
	3				
	2				
	1				
		1	2	3	4
		Seurausten vaikutus			

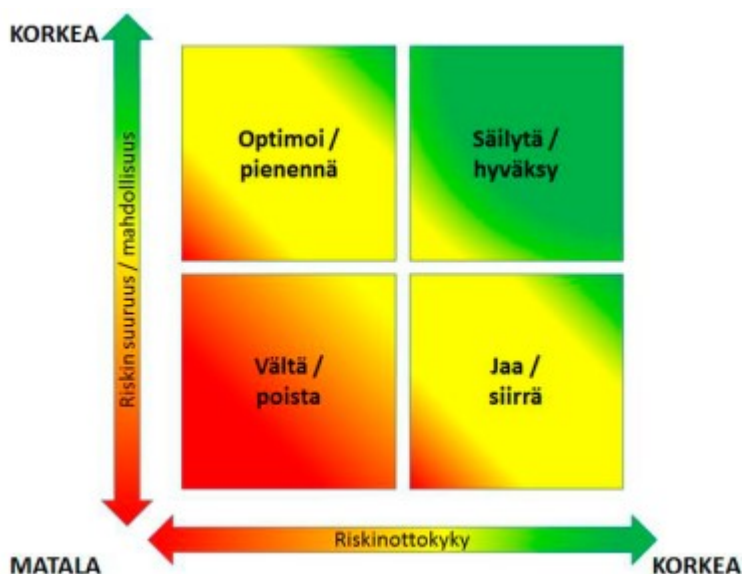
**Kuva 17.** Riskimatriisi.

Riskimatriisista saadaan riskiluku kertomalla riskin arvioitu todennäköisyys (1–4) seurausten vaikutusten merkittävyyden arvioidulla lukuarvolla (1–4). Näin ollen kuvassa 17 esitetyn riskimatriisin riskiluku voi olla välillä 1–16. Riskiluvun mukaan voidaan määrittää tarvittavat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi. Kyseiset riskitason mukaiset toimenpiteet on esitetty taulukossa 12.

**Taulukko 12.** Riskitasosta riippuvat toimenpiteet.

Riskin taso	Tarvittavat toimenpiteet
Kriittinen (riskiluku 9–16)	<ul style="list-style-type: none"> <li>välittömät toimenpiteet</li> <li>jatkuva seuranta</li> </ul>
Merkittävä (riskiluku 4–8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>tehtävä suunnitelma riskin pienentämiseksi</li> <li>seurattava</li> </ul>
Kohtalainen (riskiluku 3–4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ei välttämättömiä toimenpiteitä</li> <li>seurataan riskin mahdollista kehittymistä</li> </ul>
Matala (riskiluku 1–2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ei toimenpiteitä</li> </ul>

Taulukosta 12 nähdään, että matalaksi arvioitu riski ei vaadi toimenpiteitä. Voidaan esimerkiksi hyväksyä, että tietynlaiset riskit toteutuvat. Riskienhallinnan tärkein tavoite ei aina olekaan poistaa tai pienentää riskitekijöiden määrää, vaan se voi myös auttaa organisaatiota tunnistamaan mahdollisuuksia, jotka sisältyvät riskeihin. Tarvittaessa tunnistettuja ja valittuja riskejä voidaan säilyttää ja jopa lisätä riskinottoa organisaation riskinottokyvyn rajoissa. (Rousku 2017, s. 16) Kuvassa 18 on esitetty riskinottokyvyn vaikutus mahdollisuuksia sisältävien riskien hallinnassa ja hyödyntämisessä.



**Kuva 18.** Riskinottokyvyn vaikutus mahdollisuuksia sisältävien riskien hallintaan (Rousku 2017, s. 17).

Kun riskinottokyky on matala, tulee vaikutuksiltaan merkittäviltä tai todennäköisesti tapahtuvilta riskeiltä suojautua. Jos taas riskinottokyky on korkea, on mahdollisuuksia sisältäviä riskejä helpompi sietää. (Rousku 2017, s. 17)

#### 4.5.4 Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA)

Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) on riskien tunnistusmenetelmä, jossa laaditaan ryhmätyönä analyysi mahdollisista hankkeeseen liittyvistä riskeistä. Potentiaalisten ongelmien analyysillä pyritään löytämään hankkeen erilaisia riskejä tehokkaammin kuin esimerkiksi tarkistuslistojen tai tavallisten keskustelujen avulla (Vuori 1998). Hyvä POA sisältää kohdekohtaisia asioita ja konkreettisia toimenpiteitä. Lisäksi hyvässä POA:ssa tuloksena syntynyttä riskianalyysiä päivitetään ja valvotaan työn aikana sekä toteutuneista riskeistä otetaan oppia. (Anttonen 2015)

POA noudattelee lähes samaa kaavaa kuin aiemmin esitetty riskienhallintaprosessi ja koostuu seuraavista vaiheista:

1. Valmistelu
2. Riskien tunnistaminen
3. Riskien järjestelmällinen arviointi
4. Toimenpidetarpeen arviointi
5. Riskienhallintatoimenpiteet.
6. Analyysin raportointi. (Vuori 1998)

Valmisteluvaiheessa sovitaan käsiteltävä kohde ja riskit, joita ollaan tunnistamassa. Kohde voi olla esimerkiksi tietty työvaihe tai tietoriski. Lisäksi tässä vaiheessa kootaan

POA-tiimi henkilöistä, joilla on tietoa tarkasteltavasta kohteesta tai kokemusta vastaavista.

Riskien tunnistamisessa pidetään kaksiosainen aivoriihi: hiljainen ja keskustelumuotoinen. Hiljaisessa aivoriihessä tunnistetaan ideointilomakkeen avulla riskejä ja kiinnitetään erityistä huomiota suuriin ja merkittäviin riskeihin. Keskustelumuotoisessa aivoriihessä edetään järjestelmällisesti kohde kohteelta ja tunnistetaan yhdessä mahdollisia riskejä. (VTT 2002)

Riskien arvioinnissa kootaan tunnistetut riskit ja ryhmitellään ne kohteen tai vaikutuksen mukaisesti. Tämän jälkeen analysoidaan riskejä keskustelemalla esimerkiksi seuraavien kysymysten avulla: ”Miksi asia on riski? Onko se todellinen riski? Mitkä ovat riskin syyt? Mitä siitä voi seurata?” Edellä mainittujen kysymysten avulla arvioidaan yhdessä riskin toimenpidetarvetta esimerkiksi seuraavasti:

- Ei riskiä: Riski on niin pieni, että sillä ei ole merkitystä;
- Riski hallinnassa: Merkittävistä riski, joka on kuitenkin tällä hetkellä hallinnassa;
- Hoidettava kuntoon: Merkittävä riski, joka vaatii lisäselvitystä tai välittömiä toimenpiteitä. (VTT 2002)

Toimenpidetarpeen arvioinnissa otetaan tarkasteltavaksi edellisestä vaiheesta ne riskit, jotka on hoidettava kuntoon ja arvioidaan riskin suuruutta riskimatriisin avulla. Riskienhallintatoimenpiteissä määritetään konkreettiset toimenpiteet riskien välttämiseksi, pienentämiseksi tai siirtämiseksi. Ensisijaisesti pyritään estämään vahinkojen syntyminen tai vähentämään niiden seurauksia. (VTT 2002)

Lopuksi aiemmissa vaiheissa toteutetut toimenpiteet ja niistä dokumentoidut lomakkeet kootaan yhteen. Täyden hyödyn saamiseksi aiemmissa vaiheissa tehdyt kirjaukset tulee tehdä mahdollisimman selkeästi. Lomakkeiden lisäksi on hyvä laatia yhteenvetoraportti, jota voidaan myöhemmin hyödyntää ja selvittää mitä on tehty, miten on tehty, ketkä analyysin tekemiseen ovat osallistuneet ja mitkä ovat analyysin keskeiset johtopäätökset. (VTT 2002)

#### **4.5.5 Ympäristösuunnitelma**

Työmaan ympäristösuunnitelma on työkalu ympäristöasioiden hallintaan. Se ei ole lakisääteinen dokumentti, mutta ympäristönhallintajärjestelmä voi edellyttää sen laatimista. (Laine & Heljo 2007b, s. 12) Ympäristösuunnitelma voi myös toimia ohjeena urakassa työskenteleville. Tästä syystä on ensiarvoisen tärkeää, että ympäristösuunnitelmassa esitetyt asiat onnistuttaisiin jalkauttamaan myös työntekijöiden tietoisuuteen, jolloin ympäristösuunnitelman avulla voidaan sitouttaa koko työmaaorganisaatio toimimaan samojen tavoitteiden ja ohjeiden mukaisesti.

Infrarakennusurakoissa on tärkeää, että ympäristösuunnitelma tehdään urakkakohtaisesti, jolloin siinä käsitellään kyseisessä urakassa tärkeiksi koettuja tai määrättyjä ympäristönäkökohtia. Ympäristösuunnitelmassa voidaan esittää muun muassa urakan ympäristöasioista vastaava organisaatio, jätehuollon toteuttaminen sekä päästöjen vähentämisen, materiaalitehokkuuden ja energiansäästön eteen tehtävät toimenpiteet. Urakan toteutuksen kannalta ympäristösuunnitelman oleellisin tieto tulisi myös koota työmaaoppaaseen tai -ohjeeseen osaksi perehdytysaineistoa. (mukaillen GRK Oy:n ympäristösuunnitelmamallia 2018)

## 4.6 Indeksimitarit

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa mittaukset suoritetaan numeerisesta datasta. Usein mitattava muuttuja ei kuitenkaan ole numeerisessa muodossa. Tällöin mittaus voidaan suorittaa indeksimitarin avulla, missä kvalitatiivinen mittausaineisto muutetaan numeeriseen muotoon. Esimerkiksi työturvallisuutta ei voida mitata pelkästään sattuneiden tapaturmien määrällä tai ympäristöriskien hallintaa ympäristövahinkojen kautta, vaan on mitattava asioita, joilla voidaan ennaltaehkäistä ei-toivottuja tapahtumia. (Salminen 2005, s. 17)

Indeksimitari voi olla tarkistuslista, jossa jokaiselle mitattavalle asialle on määritetty kriteerit. Mitattaville kohteille annetaan esimerkiksi arvo 1 tai 0 riippuen siitä, täyttääkö havainto annetun kriteerin vai ei: 1 silloin, kun kriteeri täyttyy, ja 0, kun ei täyty. Kirjatut arvot lasketaan yhteen ja jaetaan kaikkien mittausten lukumäärällä. Tulokseksi saadaan indeksi, joka esitetään yleensä prosenttilukuna. Saatu tulos ilmaisee mittauskohteen sen hetkisen tilan ja säännöllisin väliajoin dokumentoitujen mittausten avulla voidaan seurata esimerkiksi työmaan työturvallisuuden tai ympäristönhallinnan tasoa. (Salminen 2005, s. 17)

Indeksimitareissa mittajaan subjektiivinen näkemys ja määriteltyjen kriteereiden tulkitseminen vaikuttavat mittaustulokseen. Kankkunen et al. (2005, s. 137) kritisoivat indeksimitareita siitä, että ne kadottavat päätöksenteolle oleellista tietoa erillisten osalueiden toiminnan kehityksestä. Toisaalta mittaamisen tavoitteena voi olla huomion kiinnittäminen oikeisiin asioihin tai työtapojen kehittämisen motivointi, jolloin päätöksenteon ohjaus ei ole mittarin merkittävin ominaisuus (INFRA Ry 2017, s. 4).

Alla on käsitelty kolmea rakentamisen ympäristöasioihin liittyvää tai niitä osittain käsittelevää indeksimitaria. MVR- ja TRY-mittareissa toimintaperiaate on samanlainen. MVR-mittari keskittyy maa- ja vesirakentamisen turvallisuuteen, kun taas TRY on talonrakentamisessa käytetty ympäristömittari. CEEQUAL on laaja tarkistuslista, jossa käydään läpi laajasti infrarakentamisen ympäristöasioita.

### 4.6.1 MVR-mittari

MVR-mittari on maa- ja vesirakennustyömaan työturvallisuuden arviointimenetelmä. MVR-mittari ja sen mittausperusteet kokonaisina ovat tämän tutkimuksen liitteessä B (INFRA ry 2017). MVR-mittauksessa työmaa jaetaan alueisiin, joista jokaisesta kirjataan havaintoja seuraavan jaottelun mukaisesti:

- työskentely ja koneenkäyttö
- kalusto
- suojaukset ja varoalueet
- ajo- ja kulkuväylät
- järjestys ja varastointi. (INFRA ry 2017)

Kirjaaminen tapahtuu oikein/väärin -periaatteella ja mittauksen tulos ilmaistaan MVR-indeksinä. MVR-indeksi saadaan jakamalla oikein-havaintojen määrä havaintojen kokonaismäärällä kaavan 1 mukaisesti.

$$MVR-taso = \frac{oikein}{oikein+väärin} * 100 \% \quad (1)$$

MVR-mittaus on ensisijaisesti työkalu työmaan turvallisuuden mittaamiseksi. Ympäristöriskejä havainnoidaan välillisesti kaluston sekä järjestyksen ja varastoinnin osalta. Työmaan kaikki koneet ja laitteet tarkistetaan ja oikein-havainnon hyväksymisperusteena on, että koneen yleiskunto on silmämääräisesti siisti (INFRA ry 2017). Siististä koneesta ei siis saa vuotaa ympäristölle haitallisia aineita, kuten voitelu- tai polttoainetta.

Järjestys ja varastointi -kohdassa havainnot tehdään jokaisesta jäteastiasta ja vaarallisten aineiden varastosta, kuten poltto- ja voiteluainesaaliöistä sekä räjähdysainevärostoista. Murskauslaitosten, asfalttiasemien ja muiden työvaiheiden osalta pölyäminen ja pölynhallinta arvioidaan aistinvaraisesti. Oikein-havainnon hyväksymisperusteita varastoinnissa on muun muassa, että

- jätteiden keräys on järjestetty
- jäteastiat ovat ehjät ja oikein täytetty
- öljyt, kaasut ja palavat nesteet säilytetään ehjissä ja asianmukaisissa säiliöissä
- polttoainesaaliöt ovat kaksivaippaisia tai suoja-altaalla varustettuja
- räjähteet säilytetään hyväksytyssä, suljetussa ja lukitussa varastosuojassa.

Ilmanlaadun ja pölynhallinnan osalta oikein-havainnon hyväksymisperusteena pidetään sitä, että aistinvaraisesti ei havaita liiallista pölyä. (INFRA Ry 2017)

#### 4.6.2 TRY-mittari

TRY-mittari on talonrakentamisen ympäristömittari, jossa ympäristövaikutuksia mitataan viidestä eri näkökulmasta. TRY-mittari ohjeineen on esitetty liitteessä C (Hämäläinen & Teriö 2011). TRY-mittauksessa mitattavat osa-alueet ovat:

- tiedonhallinta
- jätteiden käsittely
- materiaalin käsittely
- energian käyttö
- päästöt ja ongelmajätteiden käsittely (Hämäläinen & Teriö 2011, s. 31).

Mittarissa mitataan kunnossa- ja ei-kunnossa-havaintojen määrää samalla tavalla kuin MVR-mittarissa. Mittaus suoritetaan kuukausittain tai tietyissä rakennusvaiheissa ja siihen voi osallistua useita henkilöitä, kuten työmaapäällikkö, yrityksen ympäristöasioista vastaava toimihenkilö tai työmaan ympäristöasioista vastaava työnjohtaja. (Hämäläinen & Teriö 2011)

Tiedonhallinnassa keskitytään työmaan asiakirjoihin ja tiedottamiseen. Oikein-havainnon hyväksymisperusteita ovat esimerkiksi, että jätehuoltosuunnitelma on tehty ja työmaan ilmoitustaululla on näkyvissä aluesuunnitelma, työmaan yhteystiedot, perehdyttämisaineisto sekä palo- ja pelastautumissuunnitelma. (Hämäläinen & Teriö 2011)

Jätteiden käsittelyn osalta tarkistetaan työmaan jätelavat, työpisteet ja jätteesiirrot. Hyväksymisperusteena on muun muassa, että jätelavat on merkitty ja niissä on vain sinne kuuluvaa jätettä. (Hämäläinen & Teriö 2011)

Materiaalin käsittelyyn sisältyy varastoalueet, valmiiden rakennusosien suojaukset ja materiaalihukat. Oikein-havainto merkitään muun muassa, kun materiaalinipussa on vain yhtä materiaalia tai jäteastioissa ei ole merkkiä selvästi turhasta materiaalihukasta. (Hämäläinen & Teriö 2011)

Energia-osiossa havaintoja kirjataan pääosin rakennuksen lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavien aukkojen sulkemisista ja työkoneista. Lämpimien tilojen aukot tulee olla suljettuina eikä koneita saa olla tyhjäkäynnillä turhaan, jolloin voidaan hyväksyä oikein-havainnot. (Hämäläinen & Teriö 2011)

Päästöt-osio on mittarin laajin osa-alue. Se sisältää pölyntorjunnan, kemikaalivaraston, ongelmajätevaraston, polttoaine- ja öljysäiliöiden sekä hätätilannevalmiuksien tarkistamisen. Hyväksymisperusteita ovat muun muassa, että työmaateiden polynsidonta on hoidettu, kemikaalivarasto on merkitty ja lukittu, ongelmajätevarasto on merkitty, polttoainesäiliöt ovat allastettu tai kaksirunkoisia ja työmaalla on tarvittava kalusto öljy- tai kemikaalivahingon torjuntaan ja sen sijainti on merkitty. (Hämäläinen & Teriö 2011)

### 4.6.3 CEEQUAL

CEEQUAL (*sustainability assessment, rating, and awards scheme for civil engineering* aiemmin *The Civil Engineering Environmental Quality Assessment & Awards Scheme*) on infrarakentamisen hallintajärjestelmä, joka on luotu edistämään kestävän kehityksen tavoitteita. Sen kehitys alkoi Iso-Britanniassa vuonna 2003 hallituksen rahoituksella ja ensimmäinen järjestelmä (versio 3) julkaistiin vuonna 2004, jolloin siitä tuli myös hyväksytty ympäristönhallintajärjestelmä Iso-Britannian infrahankkeissa. Lähes 10 vuoden kehitystyön tuloksena vuonna 2012 julkaistiin kansainvälisiin hankkeisiin kehitetty CEEQUAL-järjestelmä (versio 5), jossa työmaan ympäristönhallinta oli viety osaksi kokonaisvaltaista kestävän kehityksen mukaista arviointijärjestelmää. (CEEQUAL 2018)

CEEQUAL-järjestelmässä voidaan arvioida hankkeen ympäristöllisiä, sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia. Arviointi perustuu 200 kysymykseen ja niiden pisteytykseen. Viidennen CEEQUAL-järjestelmäversion kysymysten teemat ovat:

1. projektihallinta
2. ihmiset ja yhteisöt
3. maankäyttö ja maisema
4. kulttuuriympäristö
5. ympäristö ja luonnon monimuotoisuus
6. vesiympäristö
7. energia ja hiilidioksidi
8. raaka-aineiden käyttö ja hallinta (massatalous)
9. kuljetukset. (CEEQUAL 2018)

Esimerkiksi Iso-Britannian ja Irlannin infrahankkeisiin kehitetyn arviointijärjestelmän (versio 4) projektinhallintaosiossa on kysymys, onko urakan osapuolilla kaikilla nimetty ympäristöstä vastaava henkilö, joka on tietoinen ympäristöön liittyvistä velvollisuuksista (kuva 19).

		Client	Design	Construct
<b>1.1.2</b>	Is there clear evidence that a member of the project team was identified as responsible for managing the environmental aspects of the project and was aware of the duties and responsibilities involved?	4	4	4
<b>NSO</b>	If No, score 0. If Yes, score 4 for each stage.			

**Kuva 19.** Projektinhallintaosion kysymys urakassa ympäristöstä vastaavista henkilöistä. (CEEQUAL 2010).

Arvioinnin suorittaa omalta osaltaan tilaaja, suunnittelija ja urakoitsija. Kuvan 19 kysymyksestä saisi siis 4 pistettä, jos ympäristöstä vastaava henkilö on nimetty ja on tie-

toinen urakan ympäristöasioiden vastuista ja velvollisuuksista. Nimeämisen tulee olla myös todistettavissa selvästi esimerkiksi dokumentin avulla.

CEEQUAL:ssa kysymykset voivat myös olla suunnattuja ainoastaan tietyille hankkeen osapuolille. Kuvassa 20 on urakoitsijaa koskevia kysymyksiä melunhallinnasta.

		Client	Design	Construct
<b>11.2.1(a)</b> <b>NSO</b>	Has the local authority been consulted regarding the noise implications of construction?  If No, score 0. If Yes, score 2			2
<b>11.2.1(b)</b>	If there are noisy aspects of construction, have they been monitored at appropriate intervals throughout the construction stage?  If No, score 0. If Yes, score 3			3

**Kuva 20.** Urakoitsijan melunhallintaan liittyviä kysymyksiä (CEEQUAL).

Kuvasta 20 nähdään, että urakoitsija saa kaksi pistettä, jos rakentamisesta aiheutuvasta melusta on ilmoitettu paikalliselle viranomaiselle ja kolme pistettä, jos melua on mitattu tarkoituksenmukaisin väliajoin urakan edetessä. Ilmoitusta voi verrata Suomen ympäristönsuojelulain (YSL 527/2014) mukaiseen ilmoitukseen tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toiminnasta: Toiminnanharjoittajan on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kirjallinen ilmoitus rakentamisesta, jos melun tai tärinän on syytä olettaa olevan erityisen häiritsevää (YSL 12:118).

CEEQUAL-arvioinnissa on neljä arvosanaa, jotka perustuvat saatuihin pisteisiin kaikista pisteistä (indeksi) seuraavasti:

- Hyväksytty >25%
- Hyvä >40%
- Erittäin hyvä >60%
- Erinomainen >75%

Hankkeen varsinaisen arvioimisen hoitaa aina kolmas osapuoli: CEEQUAL nimittää työhön koulutetun arvioijan, jolla ei ole hankkeeseen liittyviä sidonnaisuuksia (CEEQUAL 2010; NCC 2018). Täydellinen eli 100% tulos ei ole mahdollinen, sillä kysymykset ovat osittain toisiaan poissulkevia. Esimerkiksi kulttuurihistoriallisesti merkittävän kohteen korjaukseen soveltuvat materiaalit voidaan joutua kuljettamaan pitkän ajomatkan päästä. Tällöin pisteitä ei voi saada kuljetusmatkojen minimoimiseen liittyvistä kysymyksistä, vaan pisteitä saadaan kulttuuriympäristön säilyttämisestä. (CEEQUAL 2010, s. 4)



## 5. HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 5.1 Laadullinen tutkimus

Tutkimuksen empiirinen osa toteutetaan laadullisella tutkimuksella. Laadullinen tutkimus tarkoittaa joukkoa erilaisia tulkinnallisia tutkimuskäytäntöjä (Denzin & Lincoln 2000, s. 3). Laadullisen tutkimuksen käyttö on perusteltua tässä tutkimuksessa, sillä infrarakentamiseen ei vielä ole kehitetty ympäristöriskienhallintamittaria. Teorian tehtävänä laadullisessa tutkimuksessa on muun muassa taustoittaa tutkimusta, auttaa aineistonkeruun suunnittelussa sekä jäsentää saatuja havaintoja ja tuloksia (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009). Laadullisen aineiston analyysissä tutkijan oletetaan oppivan uutta tai jopa yllätyvän, mikä vaatii sen, että tutkimuksen tutkimuskohteista tehty ennakkoletukset tiedostetaan ja huomioidaan tutkimuksen esioletuksina (Eskola & Suoranta 1998, s. 20). Vaikka tutkimuksen teoriaosuuden avulla on muodostettu ennakkokäsitys tutkittavaan aiheeseen, ei eri kirjallisuuslähteistä kasattua viitekehystä tule kuitenkaan pitää tutkimuksen hypoteesina. Kirjallisuus toimii apuvälineenä tutkimusaiheen käsitelyssä, mutta sen tarkoitus ei ole muodostaa yksiselitteisiä oletuksia tutkimuksessa esiin tulevista näkökulmista. (Välimäki 2015)

Tämä tutkimus sijoittuu teoria- ja aineistolähtöisen tutkimuksen välimaastoon, jolloin sitä voidaan kutsua teoriasidonnaiseksi tutkimukseksi. Aineiston analyysi ei perustu suoraan teoriaan, mutta yhtymäkohdat siihen ovat havaittavissa. Tällöin teoria selittää ja vahvistaa aineistosta tehtyjä havaintoja tai käytäntö voi myös olla vastaamatta aiempia tutkimuksia. (Välimäki 2015) Teorian tehtävä tässä tutkimuksessa on muodostaa ennakkoletus, jonka avulla tarkastellaan empiiristä maailmaa. Aineiston tarkastelua ohjaavat ennakkokäsitykset aiheesta sekä perehtyminen kirjallisuuteen, joten tutkimustulokset eivät synny pelkästään aineiston pohjalta. (Grönfors 1982, s. 33–37)

### 5.2 Tutkimushaastattelu aineistonkeruumenetelmänä

Haastattelu on ennalta suunniteltua päämäärätietoista toimintaa, joka tähtää informaation keräämiseen (Hirsjärvi & Hurme 2011, s. 42). Tässä tutkimuksessa haastattelujen tavoitteena on selvittää työmaan ympäristömittarille olennaisia asioita eri asiantuntijoiden näkökulmasta. Haastattelututkimus toteutetaan puolistrukturoituna haastatteluna, jossa kysymysten muoto on kaikille sama, mutta haastattelutilanteen etenemisestä riippuen kysymysten järjestystä voidaan muuttaa ja esittää tarkentavia lisäkysymyksiä.

Aineistonkeruumenetelmäksi valittiin haastattelu, koska vastaavanlaisia infrarakennustyömaiden ympäristönhallintaan kehitettyjä mittareita ei ole. Haastattelu on hyvä tutki-

musmenetelmä silloin, kun tutkitaan vähän kartoitettua tai tuntematonta aluetta (Hirsjärvi & Hurme 2011, s. 35). Tässä tutkimuksessa haastateltavien asiantuntijoiden tiedetään olevan tutkittavan aiheen asiantuntijoita. Tutkimuksen teoriaosassa on selvitetty tutkittavan aiheen oletettavasti tärkeitä osia, rakenteita, prosesseja ja kokonaisuutta. Käsitellyn sisällön pohjalta on laadittu haastattelurunko. Haastattelu suunnataan tutkittavien henkilöiden subjektiivisiin kokemuksiin ja näkemyksiin tutkittavasta aiheesta. (Hirsjärvi & Hurme 2011)

Teemahaastattelun rungon muodostamisessa on hyödynnetty muun muassa kirjallisuudesta koottuja infrarakentamisen ympäristövaikutuksia sekä mittaamisen ja riskienhallinnan teoriaa. Haastattelurunko oli kaikille sama ja se on esitetty liitteessä D. Haastattelun kohderyhmäksi valittiin kuusi infrarakentamisen ammattilaista, joilla on kokemusta työmaan ympäristöasioista tai ovat niihin työssään törmänneet. Haastateltavien tehtävänimikkeet ovat kalustopäällikkö, laatupäällikkö, rakennuttajainsinööri, riskienhallinta- ja turvallisuuspäällikkö, työmaapäällikkö sekä ympäristöinsinööri.

Haastatteluissa pyrittiin nostamaan esille haastateltavien omia näkemyksiä ja käytännön esimerkkejä, jotta mittari vastaisi mahdollisimman hyvin käyttötarkoitustaan ja siinä yhdistyisi haastateltavien asiantuntijoiden mahdollisesti erilaiset näkemykset ja tärkeiksi kokemat asiat. Haastattelukysymykset lähetettiin haastateltaville etukäteen sähköpostilla ja samalla kysyttiin lupaa haastattelujen nauhoittamiseen. Haastatteluissa haastateltava sai valita mieluisaksi kokemansa haastattelupaikan. Kolme toteutettiin haastateltavien työpaikoilla Helsingissä, Vantaalla sekä Tampereella ja yksi haastateltavan kotona Kotkassa. Haastateltavista kaksi vastasi työkiireiden takia sähköpostilla. Kahdenkesaisesti tehdyt haastattelut nauhoitettiin älypuhelimella, mikä mahdollisti haastatteluaineiston luotettavan ja muuttumattoman käsittelyn tutkimuksen edetessä.

### 5.3 Haastattelun tulokset

Kahta sähköpostitse toteutettua haastattelua hyödynnettiin mittarin kehittämisessä sellaisenaan. Kahden kesken tehtyjen haastattelujen äänitteitä litteroitiin niiltä osin, jotka katsottiin olevan mittarin kehitystyön kannalta tärkeitä. Alla on litteroitu haastateltavien vastauksia kysytyn kysymyksen alapuolelle niiltä osin, mitä mittarin kehitystyön kannalta on nähty tarkoituksenmukaiseksi.

#### **Kysymys 1: Näetkö, että ympäristönhallintaan kehitetylle ympäristömittarille on tarvetta?**

Haastattelut osoittivat selkeästi, että tutkimuksessa kehitettävälle ympäristömittarille on haastateltavien asiantuntijoiden mielestä tarvetta. Tarvetta perusteltiin muun muassa ympäristövahinkojen merkittävillä kustannuksilla ja soveltuvan mittarin puutteella:

*”Näen, että ympäristömittarille olisi tarvetta mm. koska ympäristöriskien huomiotta jättäminen voi aiheuttaa suuremmalla todennäköisyydellä ympäristövahinkoja, joista voi myös aiheutua merkittäviä kustannuksia. Jokaisen urakalla työskentelevän tulisi olla paremmin tietoinen siitä, millaisia ympäristöriskejä toimintaan liittyy.” (Ympäristöinsinööri)*

*”Maarakennuslalla on jo pitkään ollut ongelmana ympäristöasioiden mittaaminen ja soveltuvan mittarin puute, koska kaikki mittaustavat on pitkälti kehitetty talonrakennuksen tai jonkin aivan muun toimialan näkökulmasta, eivätkä oikein sovellu maarakentamiseen. Mittarille on tarve.” (Laatupäällikkö)*

Kalustopäällikön käsityksen mukaan yritykset, jotka ottavat ympäristöasiat toiminnassaan tosiasiallisesti huomioon, menestyvät muutenkin, etenkin pitkällä aikavälillä. Rakennuttajaa edustavan haastateltavan mielestä taas ympäristöasioiden asianmukainen hallinta on referenssiä yritykselle ja viestittää positiivista yrityskuvaa sekä vastuullisuutta esimerkiksi tilaajan suuntaan:

*”Vastuulliselle yritykselle kuuluu, että pidetään ympäristöasioista huolta ja mulla on jotenkin sellanen käsitys, että keskimäärin semmoset yritykset, jotka ottaa ympäristöasiat tosissaan niin ne menestyy niinku muutenkin” (Kalustopäällikkö)*

*”Ympäristönhallintaan kehitetylle ympäristömittarille on tarvetta, että kyllä työmaitten pitää nykypäivänä olla erikoisesti kehittyneitä siinäkin suunnassa. [...] tietysti urakoitsijalle meriittiä referenssien suhteen, että ne asiat on hoidettu” (Rakennuttajainsinööri)*

Riskienhallintapäällikkö, jolla on merkittävästi aiempaa kokemusta erilaisista mittareista ja niiden käyttöönotosta oli sitä mieltä, että ympäristömittarille on tarvetta. Se taas on pohdittava, että tuleeko mittarin olla kokonaan uusi ja erikseen tehtävä vai voidaanko se sisällyttää esimerkiksi MVR-mittaukseen:

*”On keskustelun arvoinen asia, että tarvitaanko me uusi mittari vai tehdäänkö esim. MVR-mittariin yksi alaosio lisää. On aina ongelma, kun tulee lisää mittareita työmaalle, koska työmaalla on paljon muutakin tekemistä, kuin mittareiden pyörittely.” (Riskienhallintapäällikkö)*

## **Kysymys 2: Miten ympäristöriskit tunnistetaan ja huomioidaan hankkeiden toteutussuunnittelussa?**

Vastauksissa korostui tilaajan alustavasti tunnistamat ja huomioimat riskit sekä niiden hinnoittelu urakkaan. Tilaajan tarjouspyyntöasiakirjoista ilmenevä ympäristöriskien

tunnistaminen sai myös kritiikkiä siitä, että se on monesti tehty huolimattomasti tai se ei vastaa kyseessä olevan urakan ympäristöriskejä:

*”Ympäristöriskien tunnistamiseen ja huomiointiin on olemassa erialaisia työkaluja. Usein tilaajan tarjouspyyntöasiakirjoissa on mainintaa erilaisista turvallisuusriskeistä, jotka ovat linkittyneet oleellisesti myös ympäristöriskeihin. Tarjouspyyntöasiakirjoissa huomioon otetut ympäristöriskit ovat monesti melko ”ympäripyöreitä”. Joskus on tullut vaikutelma, että tarjouspyyntöaineistoja laadittaessa copypaste-menetelmä on hyvin yleisesti käytetty, joten todellisuudessa urakoitsijan on monesti itse mietittävä ja tiedostettava urakkaan liittyvät todelliset ympäristöriskit.” (Ympäristöinsinööri)*

*”Ympäristöriskit kartoitetaan usein alustavasti jo tilaajan toimesta, ja urakalaskentavaiheessa suuremmat riskit tai niiltä suojautuminen hinnoitellaan urakkaan. Tilaajan laatimat kartoitukset täydennetään työmaan riskienhallintasuunnitelmaksi työmaan alussa, ja suunnitelmaa päivitetään työmaan edetessä. Käytännön tasolla riskien huomiointi on olennainen osa työmaan työvaihekohtaista työnsuunnittelua, osittain (esim. pohjavesialueet, vesistöt) myös työmaan aluesuunnittelun tasolla.” (Laatupäällikkö)*

Rakennuttajainsinööri painotti hankkeen luonteesta johtuvia ympäristöriskejä. Esimerkiksi pohjavesialueella ja sedimenttisavialueella työskentelyyn liittyy tietynlaisia riskejä, jotka tulee tunnistaa ennen töiden aloittamista. Pohjavesialueella koneiden tankkaamista tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää. Lisäksi koneiden rasvaamista ei tulisi tehdä, jos kaivetaan pintaveden tai meriveden alla.

### **Kysymys 3: Mitkä ympäristöriskit huomioidaan työmailla tyypillisesti hyvin ja mitkä huonosti? Onko jotain käytännön esimerkkejä toteutuneista riskeistä?**

Haastateltavien näkemyksissä oli yhteneväistä se, että riskit, joihin tilaaja on kiinnittänyt sopimusaineistossa huomiota, huomioidaan tyypillisesti hyvin

*”Urakassa hyvin huomioitua ympäristöriskit ovat usein yhteydessä turvallisuusriskeihin. Esimerkiksi ulkopuolinen liikenne, louhintajne.” (Ympäristöinsinööri)*

*”Hyvin huomioidaan sellaiset riskit, joilla on mahdollinen merkittävä taloudellinen vaikutus, tai joita tilaajan on sopimusaineistossa korostanut.” (Laatupäällikkö)*

Kalustopäällikkö ja rakennuttajainsinööri kokivat, että esimerkiksi polttoaineiden käsittely ja öljyvuotoihin varautuminen ovat hyvällä tasolla. Rakennuttajan turvallisuusasiakirjassa esimerkiksi voi olla maininta, että työmaalla tulee käyttää kaksivaippaisia polttoainesäiliöitä.

Eniten parannettava nähtiin olevan asenteissa sekä totuttujen ympäristölle haitallisten käytäntöjen, kuten roskaamisen tai koneiden joutokäynnin, vähentämisessä:

*”... sitten tosiaan missä on vielä vähän työtä niin, että ei tosiaan piiloteltaisi mitään muovirooskaa tai muuta jätettä kaivantoihin tai penkkoihin. Tämä etenkin vanhoilla jäärillä.”* (Kalustopäällikkö)

*”Ennen oli käsikäyttöiset rasvarässit, joilla rasvattiin koneita niin yleensä-hän se oli että kun se rasvapatruuna vaihdettiin niin se heitettiin sinne puskoon. Monessa paikassa on silleen jo nykyään, että vaaditaan, että ne patruunat (ja muutkin roskat) kerätään sanktion uhalla. Näin etenkin vesipuolella.”* (Rakennuttajainsinööri)

*”Harvoin Suomessa nyt niin kovia pakkasia on, että sen takia pitäis niitä koneita käyttää (joutokäynnillä) ja nykyään monissa on lämmittimet ja muut, että ei se edes vaadi sitä. Se on sellanen vanha jäännö, että kuskit jättäne.”* (Riskienhallintapäällikkö)

Rakennuttajan ja kalustopäällikön vastauksiin löytyi myös vastakkaisia näkemyksiä, sillä työmaalla päivittäin työskentelevän työmaapäällikön mielestä kaikessa ympäristöön liittyvässä on parantamisen varaa, sillä ympäristöriskien nykyinen huomioiminen on melko heikolla tasolla ja seuranta perustuu lähinnä realisoituneisiin riskeihin ja poikkeamien raportointiin.

*”Minun mielestä kaikessa on parantamisen varaa. Elikkä kyl meillä jos jotakin sattuu, et ei meillä seurata niinkään, vaan sitten on pikkuhiljaa tullut että muistetaan että on sitä turvetta, mutta sekin koko ajan kehittyy just näiden vahinkojen kannalta.”* (Työmaapäällikkö)

Ympäristöriskien seurannan puutteen ja vakiintuneiden ympäristölle haitallisten käytäntöjen lisäksi ongelmaksi on muodostunut myös tiedon puute siitä, kuinka toimia erilaisen ennalta-arvaamattomien vahinkojen sattuessa:

*”Usein yllättäviin/äkillisiin tapahtuviin riskeihin ei välttämättä osata varautua riittävän tehokkaasti. Tällaisia esimerkkejä ovat esim. tulipalo tai öljyvuoto. Sammutuskalusto voi olla yllättävän kaukana tai öljyvuotoihin ei olekaan imeytysmattoa tms. lähettyvillä. Monesti sellaiset asiat, jotka eivät aiheuta haittaa ihmisten terveydelle tai viihtyvyydelle saatetaan helpommin jättää huomioimatta. Tällaisilla riskeillä tarkoitan päästöjä vesistöön, maaperään tai esim. ympäristön roskaaminen.”* (Ympäristöinsinööri)

*”Pienemmät käytännön asiat voivat joskus jäädä turhankin pienelle huomiolle. Tyypillisiä pieniä ympäristövahinkoja ovat esimerkiksi hydraulikkaletkun katkeamiset ja hydraulikkaöljyn joutuminen ympäristöön; tavallisesti*

*öljy ei maalla työskennellessä ehdi levitä, mutta esim. vesistösillalla öljyä voi joutua suoraan veteen” (Laatupäällikkö)*

*”Näkemykseni mukaan ympäristöriskiä on sekin, että jos ollaan kaivamassa vanhan vesijohdon läheisyydessä ja samaan aikaan rikotaan jätevesi ja vesijohto tai koneesta menee joku rikki, niin osataanko me toimia siinä oikein. Riittääkö turve, kun se huuhtoutuu sinne vesijohdon sekaan ja sotkee. Aina ei oikein edes tiedä kuinka tietynlaisissa vahinkotapauksissa toimitaan, vaikka vesihygieniapassit ym. on käyty.” (Työmaapäällikkö)*

#### **Kysymys 4: Millainen on toimiva tapa mitata työmaan ympäristönhallintaa? Mitkä ovat toimivan ja käytännöllisen ympäristömittarin tärkeitä ominaisuuksia?**

Haastateltavien näkemysten mukaan toimiva ja käytännöllinen mittari on yksinkertainen, selkeä, helppokäyttöinen, kaikille avoin ja sähköisessä muodossa. Lisäksi puutteista tulisi voida ottaa kuva ja dokumentoida poikkeama seuraavaa mittausta varten, jolloin tarkistetaan, että puute on viimeistään korjattu.

*”Ympäristömittarien tärkeimpiä ominaisuuksia ovat yksinkertaisuus ja helppokäyttöisyys: jokaisen on ymmärrettävä, miten mittari toimii, miten sitä käytetään, ja mitä mitataan.” (Laatupäällikkö)*

*”Mielestäni toimiva tapa mitata ympäristönhallintaa on katsaus, jossa verrataan mm. ympäristösuunnitelmien ja työsuunnitelmien toteutumista ja niissä esitettyjen ympäristöriskien huomioimista. Työsuunnitelma pitäisi esittää työtätekevälle porukalle, jossa yhdessä käydään riskit läpi ja näitä esitettyjä toimenpiteitä seurataan jatkuvasti sekä poikkeuksista ilmoitetaan systemaattisesti. Toimivan käytännöllinen mittari on yksinkertainen selkeä ja kaikille avoin.” (Ympäristöinsinööri)*

*”Näkisin, että nykyään työmaalla vaaditaan MVR-mittarin yhteydessä tapahtuva ympäristönhallinnan tarkennus. Sen yhteydessä varmasti helpoin, koska MVR-mittaus tehdään viikoittain.” (Rakennuttajainsinööri)*

#### **Kysymys 5: Kuinka usein ympäristönhallintaa arvioiva mittaus tulisi suorittaa?**

Lähes kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että ympäristömittaus voitaisiin toteuttaa viikoittain dokumentoidusti MVR-mittauksen yhteydessä. Yhden haastateltavan näkemys taas oli, että viikoittainen mittaus ei välttämättä ole tarpeellinen, vaan työmaan koosta riippuen mittaus voitaisiin suorittaa 1–3 kuukauden välein.

Ne haastateltavat, jotka toimivat osittain tai täyspäiväisesti työmaalla, korostivat myös kalibrointimittausten tärkeyttä. Kalibrointimittauksessa yrityksen laatu-, ympäristö- tai riskienhallinta-asioista vastaava toimihenkilö tekisi niin tarkistusmittauksen, jossa saa-

tua mittaustulosta verrattaisiin viikoittain dokumentoitujen tulosten muodostamaan indeksiin. Se, tehdäänkö kalibrointimittaus pistokokeena vai ilmoitetaanko siitä etukäteen, jakoi mielipiteitä. Esimerkiksi työmaapäällikkö oli sitä mieltä, että kalibrointimittauksesta tulisi ilmoittaa etukäteen, jotta siihen voisi osallistua oppimistarkoituksessa mahdollisimman moni työmaahenkilöstöstä. Kalustopäällikkö taas oli sitä mieltä, että kalibrointimittaus tulisi suorittaa pistokokeena, koska etukäteen ilmoitettuna työmaalla voitaisiin hoitaa ympäristöasiat kuntoon vain mittausta varten. Pistokokeilla siis pystyttäisiin hänen mukaan vaikuttamaan siihen, että ympäristöasioiden asianmukainen huomiointi olisi työmaalla jatkuvaa.

### **Kysymys 6: Kenen / keiden pitäisi suorittaa mittaaminen tai osallistua mittaamiseen?**

Haastateltavat olivat lähes yksimielisiä siitä, että viikoittaisen mittauksen suorittaa työmaan työnjohto. Lisäksi koettiin tärkeäksi, että mittaukseen osallistuu myös työmaan työntekijä, jotta mittarin avulla voidaan viestiä, ohjata ja opastaa tärkeiksi koettujen ympäristöasioiden huomiointia työmaan henkilöstölle.

*”Mittaamiseen tulisi osallistua hyvin perehtynyt työmaahenkilöstö sekä huomioitava, että jatkuva tilan seuranta on tärkeä osa ympäristömittausta. Olisi hyvä myös, että mittaukseen osallistuu työmaalla aktiivisesti työskentelevä henkilö, joka osaa puuttua parhaiten oikeisiin asioihin ja tiedostaa käytännön riskejä juuri tietyssä työvaiheessa. Lisäksi, jos halutaan seurata ympäristönhallintaa työvaihekohtaisesti, työvaiheesta vastaavan olisi hyvä tehdä mittausta työvaiheen toteutuksen yhteydessä.”* (Ympäristöinsinööri)

*”Työmaan työnjohton, työntekijöiden edustus on hyvä olla mukana samaan tapaan kuin MVR-mittauksessa.”* (Laatupäällikkö)

Työmaapäällikkö toivoi myös, ettei mittausta yksinomaan säilytettäisi työmaan vastuulle, vaan kalibrointeja tehtäisiin tarpeeksi usein ”ulkopuolistenkin” toimesta. Tällöin työmaan työnjohto voisi osallistua oppimismielessä mittauskierrokselle:

*”Työnjohtaja sen joka tapauksessa suorittaa, mutta sitten ne yleiset säiliöt, turvetilanteet jne. Aina toivoisi, että siinä olisi resursseja, että pystyisi myös ulkopuolinen tekemään ja silloin työnjohtaja olisi siinä se toinen oppimassa. Voisiko liittää esim. työturvallisuuskalibrointeihin.”* (Työmaapäällikkö)

Rakennuttajainsinöörin mielestä olisi toivottavaa, että tilaajan edustaja voisi aika ajoin osallistua mittauskierrokselle ja saada myös sitä kautta tietoa urakoitsijan ympäristöasioiden huomioinnista:

*”Joskus voisi olla jopa hyvä, että on pakollinen, että rakennuttaja/tilaajakin on mukana siinä. ...siinä voi olla myös vähän sekin, että jos aletaan, että*

*MVR-mittaukset on aina yli 95 % niin siinä ehkä herää sitten jo vähän kysymys, että onko niitä tehty ollenkaan” (Rakennuttajainsinööri)*

### **Kysymys 7: Mitkä lain mukaan pakolliset ilmoitukset tulisi huomioida ympäristömittarissa?**

Kysyttäessä mitkä ilmoitukset mittarissa tulisi huomioida, saatiin melko lailla erilaisia vastauksia. Monet haastateltavista kokivat, että ilmoituksia ei olisi syytä huomioida ainakaan samassa mittauksessa ympäristöriskien kanssa. Valintaa perusteltiin muun muassa sillä, että mittarin kehitystyössä on aina syytä huomioida sen käyttäjät ja laajentamalla mittarin käyttöaluetta liikaa voidaan aiheuttaa sekaannusta, eikä mittari enää palvele käyttötarkoitustaan. On siis parempi, että mittari on mieluummin liian yksinkertainen kuin liian monimutkainen. Kysymystä täydennettiin myös niin, että kysyttiin työmaan dokumenteista, jotka olisi syytä huomioida mittarissa. Alla on muutamia tärkeiksi havaittuja vastauksia:

*”YSL:n mukaiset ilmoitukset tulee tehdä, mutta oleellista on tietää myös, mitä juuri sen kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä on asetettu. Esimerkiksi meluilmoitus on hyvin tyypillinen ilmoitusluontoinen asia, josta tulee ilmoittaa ja kunnalla on ohjeet tämän tyyppisten ilmoitusten tekemiseen. Muita tällaisia ilmoituksia voi olla MARA-ilmoitus tai ilmoitus jätteen pienimuotoisesta hyödyntämisestä (jos käytetään kierrätysmateriaaleja).” (Ympäristöinsinööri)*

*”Rakennustyömaalla on iso joukko erilaisia kuponkeja, tarkastuksia, suunnitelmia, mutta ei tarkastella mitään papereita vaan pelkästään se, mitä työmaalla tapahtuu. Käyttöturvallisuustiedotteet on ainoa, mikä tulee mieleen, minkä voisi tarkistaa.” (Riskienhallintapäällikkö)*

*”Silloin tällöin saattoi joutua joillain ros kiin kaikki kuormakirjat siitä esimerkiksi kun jotain öljyjä tai akkuja tai tämmösiä haetaan työmailta ja vieään jonnekin niin niistä tulisi kuormakirjat säilyttää.” (Kalustopäällikkö)*

### **Kysymys 8: Onko kaluston kunnolle jotain reunaehtoja, jotka vaikuttavat hankintapäätökseen?**

Kysymyksessä hankinnalla tarkoitettiin koneiden ja laitteiden ostamista, mutta myös esimerkiksi aliurakoitsijoiden konepalvelujen hankintaa. Kalustopäällikön mukaan hankittavat koneet ovat lähes poikkeuksetta uusia, joten niiden kunto hankintahetkellä on siten lähes aina virheetön.



Kaluston kunto yksistään ei haastattelujen mukaan ollut merkittävin tekijä hankintapäätöksiä tehdessä, vaan tärkeäksi ominaisuudeksi koettiin se, että kalustolla pystytään hoitamaan asianmukaisesti tarvittavat toimenpiteet. Kokonaisvaltaisuutta painotti eritoten työmaapäällikkö, joka oli sitä mieltä, että kuljettajan ammattitaito on tärkein valintaperuste koneita töihin otettaessa. Ammattitaitoinen kuljettaja pitää myös koneiden kunnosta huolta, on yhteistyökykyinen ja toimii vastuullisesti. Samalla linjalla oli myös laatu-päällikkö:

*”Kaluston tulee täyttää turvallisuuden vähimmäisvaatimukset. Enemmän usein kyseeseen vanhemman kaluston kanssa tulee se, päästäänkö sillä vaadittaviin tehoihin, jos se on huonokuntoista.”* (Laatupäällikkö)

Ympäristöinsinööri ja rakennuttajainsinööri mainitsivat vastauksissaan koneiden yleiskunnon merkityksen:

*”Yleisesti kaluston kunto vaikuttaa. Polttoainesäiliöiden kunto, letkujen kunto ja liitännät, turvavarusteiden kunto ja olemassaolo.”* (Ympäristöinsinööri)

*”Kyllähän ympäristön kannalta niin koneen ulkonäkö kertoo jo silleen, että suurin ympäristön kannalta oleva vaikutus mikä voi olla, että sieltä letkut hajoaa vähän väliä ja öljyvahinkoja käy. Kone vuotaa öljyä joka puolelta niin kyllähän tällaiset koneet pitäisi jättää työmaalle tulematta, kun se voi aiheuttaa jo itselle suuria puhdistuskustannuksia. Jos mietitään esim. kaivinkonetta niin voisi olla jopa joku ikäraja/tuntimäärä. Joskus olen käyttänyt niin, että yli 10 vuotta vanhoja koneita ei ole käytetty ollenkaan. Se on kilpailutuksessa pidetty ehtona. Se on aina rankka urakoitsijan kannalta, mutta on siinä se, että aina pienenee se öljyvuotojen riski ja yleensäkin työnseisaukset.”* (Rakennuttajainsinööri)

### **Kysymys 9: Tuleeko vielä mieleen jotain, mitä ympäristömittarin kehitystyössä tulisi huomioida?**

Viimeisessä kysymyksessä haastateltavat saivat vapaasti täydentää haastattelua ja kertoa, mitä ympäristömittarissa heidän mielestään tulisi huomioida. Alla on esitetty tärkeiksi koettuja haastatteluvastauksia:

*”Se olisi hyvä, että ilman kynsiä ja hampaita tilaaja ja urakoitsija puhaltaisi yhteen hiileen, että löytyisi se kultainen keskitie asiassa, missä tärkeintä on kuitenkin se, että ympäristö todellisesti huomioidaan eikä vain paperilla.”* (Rakennuttajainsinööri)

*”Jos halutaan kehittää edelleen, niin urakoissa voisi pitkällä tähtäimellä huomioida ja ottaa käyttöön mittareita, joissa mitataan esimerkiksi energi-*

*ankulutusta, jätteiden määrää, kierrätysastetta, uusiomateriaalien käyttöä, hiilijalanjälkeä tms, jotka eivät varsinaisesti liity ympäristöriskien hallintaan, mutta liittyvät olennaisesti yhtiön ympäristövaikutuksiin, imagoon ja kustannuksiin.” (Ympäristöinsinööri)*

*”Tämä tässä aina ajansaatossa on ollut, että kaikesta tulee rutiinia. Jos meillä tulee joka asiasta rutiinia, niin ne asiat tavallaan jää huomioimatta. Jos otetaan esimerkiksi kun tehdään paperille MVR ja se jää tonne (arkistoon) niin ei me siitä välitetä juurikaan ylemmälle portaalle vaan se on valvojan ja työnohtajan välinen asia. Saisi seurata oikeasti ylemmältäkin taholta.” (Työmaapäällikkö)*

*”...jätehuolto on kans asia, jota voisi tarkemmin (kuin MVR mittauksessa) huomioida. Just sitä lajittelua ja myös kemikaalien säilytys ja varastointi on keskeinen juttu, kun puhutaan työmaasta. Jotenkin voisi olla myös (huomioitu) se, että minkälainen se tietoisuus työntekijöillä on ja se, että käyttääkö he (työskennellessään) niitä kaikkia laitteita (, joilla voidaan pienentää ympäristövaikutuksia, esim. pölynkeräys).” (Riskienhallintapäällikkö)*

## **6. INFRARAKENNUSTYÖMAAN YMPÄRISTÖMITTARI**

### **6.1 Yleistä mittarista**

Ympäristömittarin pääasiallinen tehtävä on kontrolloida ympäristönhallintaa eli toisin sanoen mitata sitä, kuinka toiminnan ympäristövaikutukset on tunnistettu ja ympäristöriskeihin on varauduttu. Mittarin käyttö lisää myös mittauksen suorittajasta sekä kohteesta riippuen tietoisuutta ympäristöriskeistä. Näin ollen koulutus ja oppiminen on yksi merkittävä mittarin käyttötarkoitus.

Teorian ja haastatteluilla kerätyn aineiston perusteella kehitettävä mittari koostuu kahdesta osasta, jotka ovat:

1. Ympäristönhallinnan tarkistuslista
2. Ympäristöriskimittaus

Ensimmäinen osa eli ympäristönhallinnan tarkistuslista tehdään aina ennen uuden urakan töiden aloittamista sekä urakan tyypistä riippuen tietyin väliajoin. Toinen osa on viikoittain MVR-mittauksen yhteydessä tehtävä osuus, jossa seurataan tyypillisiä infrarakennustyömaan ympäristöriskejä sekä työmaan muissa asiakirjoissa määrättyjen asioiden toteutumista käytännössä.

### **6.2 Ympäristönhallinnan tarkistuslista**

Urakan koosta riippuen ympäristönhallinnan tarkistuslista käydään läpi tietyin väliajoin rakennustöiden ja -vaiheiden edetessä. Lyhytkestoisilla ja pienillä työmailla tarkistuslista tehdään 2–3 kertaa työmaan aikana. Suuremmilla työmailla tarkistuslista käydään läpi 3–6 kuukauden välein. Tarkistuslistan avulla voidaan varmistua siitä, että tietyt pakolliset tai suotavat ympäristöön liittyvät asiat on hoidettu ja tarvittavat dokumentit löytyvät työmaalta. Kuvassa 21 on esitetty ote tarkistuslistan alusta. Kokonainen lista on liitteessä E.

## Työmaan ympäristöhallinnan tarkistuslista

Laatija(t) \_\_\_\_\_  
 Työmaa/työnro \_\_\_\_\_  
 Laadittu pvm. \_\_\_\_\_  
 Päivitetty pvm. \_\_\_\_\_



nro.	TARKISTETTAVA ASIA	OK	Ei koske urakkaa
1.	<b>Työmaan suunnitelmat ja muut asiakirjat</b>		
1.1.	Ympäristösuunnitelmassa on esitetty työmaan ympäristöasioista vastaava organisaatio ja hankkeen keskeisimmät ympäristövaikutukset sekä konkreettisia toimenpiteitä haitallisten vaikutusten vähentämiseksi.	<input type="checkbox"/>	
1.2.	Aluesuunnitelmassa on esitetty ympäristölle haitallisten aineiden varastointipaikat sekä tankkausalue.	<input type="checkbox"/>	
1.3.	Liikenteenohjaussuunnitelmissa on otettu konkreettisesti huomioon kaikkien liikkujien tarpeet ja esteettömyys.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.4.	Työmaalla olevat kemikaalit löytyvät työmaan kemikaalirekisteristä.	<input type="checkbox"/>	
1.5.	Käytettyjen rakennusmateriaalien vaatimustenmukaisuus on selvitetty ja tyyppihyväksyntä löytyy työmaan asiakirjoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.6.	Käytettäessä uusiomateriaaleja tai teollisuuden sivutuotteita rakennusmateriaaleina, materiaalihohtainen ohjeistus/tyyppihyväksyntä löytyy työmaan asiakirjoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.7.	Työmaan jätehuollosta on kirjallinen sopimus.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.8.	Jätteiden ja pilaantuneiden maiden siirtoasiakirjat löytyvät työmaan asiakirjoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )

**Kuva 21.** Ote ympäristöhallinnan tarkistuslistasta.

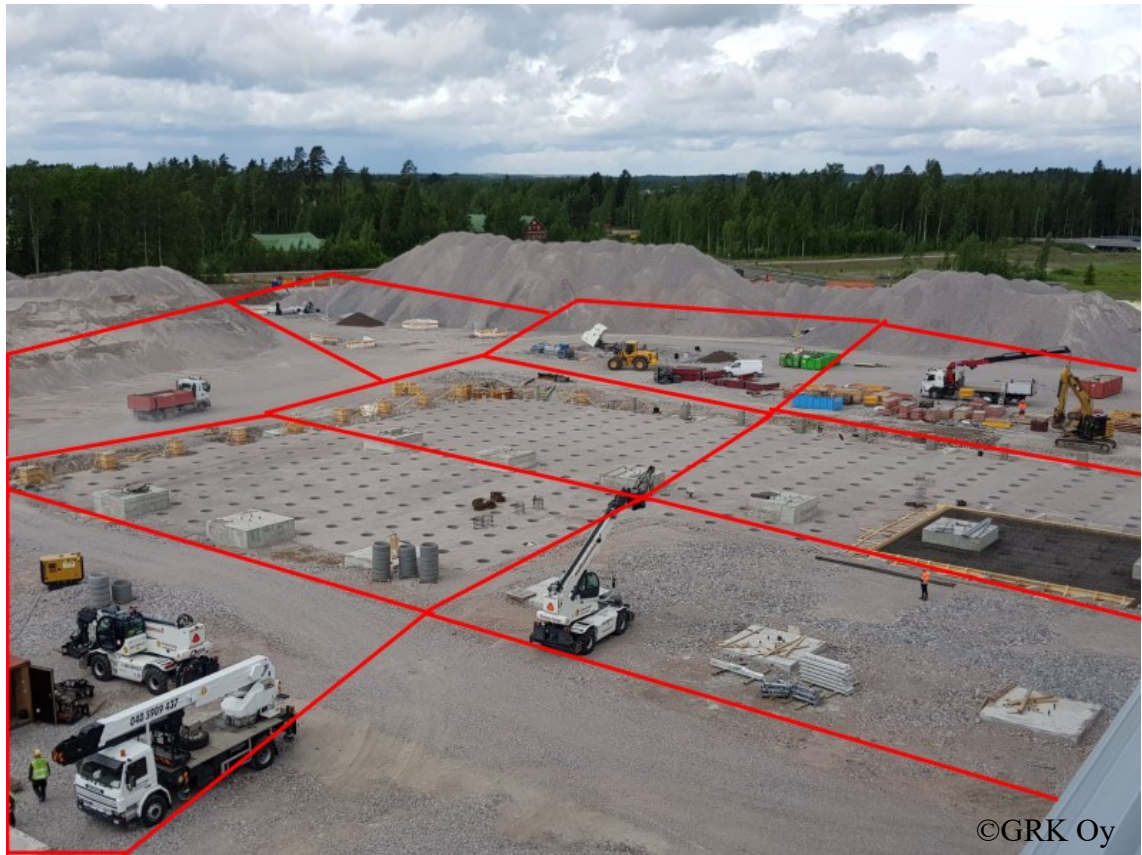
Ympäristöhallinnan tarkistuslistassa laatija käy listan läpi kohta kohdalta ja merkitsee oikealla oleviin ruutuihin, onko asia hoidettu. Urakkaan liittymättömät asiat voi jättää huomioimatta valitsemalla ”*Ei koske urakkaa*” -kohdan. On kuitenkin tärkeää, että kaikki kohdat käydään läpi, sillä tarkistuslista ei ole pitkä ja siihen valitut aihealueet koettiin työmaan kannalta oleellisiksi. Tarkistuslistassa ei toisin sanoen ole mitään ylimääräistä eikä sen täyttäminen vie sen laatijalta juurikaan aikaa.

Tarkistuslistaan valitut kohteet liittyvät työmaan suunnitelmien ja muiden asiakirjojen, tiedottamisen ja ilmoitusten sekä päästöihin liittyvien asioiden tarkistamiseen. Ympäristöhallinnan tarkistuslista on ennen kaikkea työmaaorganisaation sisäinen työkalu, jolla se voi käydä nopeasti läpi ympäristöön liittyvät asiat, jotka on syytä olla hoidettu etenkin ennen rakentamisen aloittamista.

### 6.3 Ympäristöriskimittari

Viikoittain tehtävään ympäristöriskien mittaukseen osallistuu työmaalta vähintään yksi toimihenkilö, joka on perehtynyt mittarin ohjeistukseen. Tämän lisäksi mittauksessa on mukana viikoittain vaihtuva työmaan työntekijä. Tällä tavoin voidaan osallistaa ja ohjata myös työntekijöitä kiinnittämään huomiota haluttuihin ympäristöasioihin. On myös suotavaa, että tilaajaorganisaation edustaja osallistuisi aika ajoin mittauskierrokselle, jolloin voidaan yhteistyössä käydä läpi työmaan ympäristöhallinnan tasoa.

Ympäristöriskittauksessa työmaa jaetaan alueisiin samalla tavalla kuin MVR-mittauksessa ja tehdään havaintoja ohjeissa määrättyistä mittauskohteista. Esimerkki aluejaosta on esitetty kuvassa 22.



**Kuva 22.** Esimerkki työmaariskimittauksen aluejaosta.

Alueen kokoa mietittäessä nyrkkisääntönä voidaan pitää, että mittajaan on pystyttävä näkemään kerralla koko mitattava alue. Hyvin pienillä työmailla on siis täysin mahdollista, että koko työmaa muodostaa vain yhden alueen.

Kuvassa 23 on esitetty ympäristönäkökohdilla täydennetty MVR-mittari, jossa ympäristönäkökohdat on täydennetty vihreällä harmaalla pohjalla oleviin MVR-havaintokohteisiin.



# MVR- ja Ympäristömittari

Päivämäärä \_\_\_\_\_

Yritys \_\_\_\_\_

Työmaa \_\_\_\_\_

Mittaaja \_\_\_\_\_

Edellinen mittauspöytäkirjan pvm \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ puutteet korjattu ☐

MITTAUSKOHDE		KUNNOSSA	YHT.	KORJATTAVAA	YHT.
YMPÄRISTÖ	Työskentely ja koneenkäyttö		0		0
	Työskentelyn ympäristövaikutukset		0		0
	Kalusto, sähköt ja valaistus		0		0
	Kaluston ympäristövaikutukset		0		0
	Suojaukset ja varoalueet		0		0
	Ajo- ja kulkuväylät		0		0
	Järjestys ja varastointi		0		0
	Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset		0		0
	Työmaakohtaiset havainnot		0		0
	MVR	KUNNOSSA YHT.	0	KORJATTAVAA YHT.	0
<b>MVR-INDEKSI =</b> $\frac{\text{KUNNOSSA (kpl)}}{\text{KAIKKI HUOMIOT (kpl)}} \times 100 = \text{---} \times 100 = \text{---}$					
YMPÄRISTÖ	KUNNOSSA YHT.	0	KORJATTAVAA YHT.	0	
<b>YMPÄRISTÖ-INDEKSI =</b> $\frac{\text{KUNNOSSA (kpl)}}{\text{KAIKKI HUOMIOT (kpl)}} \times 100 = \text{---} \times 100 = \text{---}$					
Korjattavaa / huomautukset		Vastuuhenkilö		Korjattu pvm	

VÄLITÖNTÄ KORJAAMISTA VAATIVAT PUUTTEET SEKÄ PUUTTEET, JOITA EI MAINITA KRITEREISSÄ, MERKITÄÄN KORJATTAVA-KOHTAAN

TYÖNANTAJAN EDUSTAJA \_\_\_\_\_

TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA \_\_\_\_\_

Kuva 23. MVR- ja Ympäristöriskimittari.

Kuvasta 23 nähdään, että ympäristömittauksessa huomioidaan työskentelystä, kalustosta sekä varastoinnista ja jätehuollosta aiheutuvat ympäristövaikutukset ja -riskit. ”Kunnossa” ja ”Korjattavaa” -havainnot kirjataan mittarilomakkeelle ja mittauskierroksen päätyttyä havainnot lasketaan yhteen ja lasketaan *Ympäristöindeksi* seuraavalla kaavalla:

$$\text{Ympäristöindeksi} = \frac{\text{kunnossa}}{\text{kunnossa} + \text{korjattavaa}} * 100 \%$$

Saatu indeksi dokumentoidaan viikoittain, jolloin ympäristöhallinnan tasoa voidaan seurata työmaakohtaisesti viikkotasolla.

Seuraavissa alaluvuissa on esitetty MVR-mittarin ohjeistukseen täydennetyt ympäristömittarin mittausperusteet vihreällä pohjalla niiltä osin, kun lisäyksiä on tehty. Ympäristöasioilla täydennetty MVR-ohjeistus kokonaisuena on liitteessä F.

### 6.3.1 Työskentelyn ympäristövaikutukset

*Työskentelyn ympäristövaikutukset* –kohdassa havainnoidaan työskentelystä aiheutuvia ympäristövaikutuksia ja kuinka hyvin työvaiheen toteutuksessa ympäristö huomioidaan. Tämän kohdan avulla pyritään myös kehittämään toimintamallia, jossa ympäristön huomioiminen on turvallisuuden lisäksi osana jokapäiväistä rutiinityöskentelyä. Hyväksymisperusteiden täytyminen ei vaadi työskentelyn osalta juurikaan lisää resursseja, vaan on enemmänkin kiinni siitä, että juurtuneita toimintatapoja ja malleja saataisiin muutettua. Taulukossa 13 on esitetty vihreällä pohjalla MVR-mittarin ohjeistukseen lisätyt mittauskohteet, havaintojen määrä ja hyväksymisperusteet.

**Taulukko 13.** *Työskentely ja koneenkäyttö -kohdan täydennetyt mittausperusteet.*

Mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
<b>TYÖSKENTELY JA KONEEN KÄYTTÖ</b>		
• SUOJAINTEN KÄYTTÖ JA RISKIENOTTO	• yksi jokaisesta työntekijästä, mukaan lukien kuljettajat. Myös aliurakoitsijoiden työntekijät, mittamiehet, suunnittelija, jne.	• työntekijä käyttää tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia • ei ota ilmeistä riskiä (esim. putoamisvaara, koneen sopimattomuus työhön, riskialtis koneenkäyttö) eikä aiheuta vaaraa muille
• TYÖSKENTELYN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	• yksi jokaisesta melua, pölyä, tärinää, päästöriskistä aiheuttavan työn toteutuksesta	• työskentelyssä huomioidaan sen aiheuttamat ympäristövaikutukset (melu, pöly, tärinä, jne.) • poraauunissa käytetään pölynkeräimiä

Työskentelyn osalta havainnot kirjataan niistä työvaiheista, joilla on mahdollisia ympäristövaikutuksia. Tällaisia töitä ovat poraus, sahaus, piikkaus, tiivistäminen, hiominen, rikotus, paalutus, murskaus ja vaarallisten aineiden käsittely. Tavoitteena on se, että



työn toteutuksesta ei aiheudu selvästi haitallisia ympäristövaikutuksia, joten ennaltaehkäisyllä on suuri merkitys. Alla olevissa kuvissa (24–29) on esitetty esimerkkejä asianmukaisista ja korjauksia vaativista työn toteutuksista.

Sahauksissa tulee huolehtia riittävästä kastelusta. Esimerkiksi vaijerisahauksessa tulee olla riittävästi kasteluvettä saatavilla (kuva 24) ja laikkaleikkureissa tulee käyttää vesisäiliötä pölyämisen vähentämiseksi kuvan 25 mukaisesti.



**Kuva 24.** Vaijerisahauksessa on huolehdittava riittävästä kastelusta. Kuvan tapauksesta kirjataan "Kunnossa"-havainto Työskentelyn ympäristövaikutukset -kohtaan.



**Kuva 25.** Laikkaleikkuri ja vesisäiliö. Pölyämiseen varautumisesta kirjataan yksi "Kunnossa"-havainto Työskentelyn ympäristövaikutukset -kohtaan.



Kuvassa 25 esitetyn laikkaleikkurin vesisäiliön käyttö on perusteltua myös silloin, kun työtä ei tehdä esimerkiksi asutuksen läheisyydessä, sillä pölyämisen vähentämisellä on positiivinen vaikutus myös työpaikan ilmanlaatuun ja sitä kautta työntekijöiden terveyteen ja viihtyvyyteen.

Kuvat 26 ja 27 ovat tiiviisti asutussa ja vilkkaasti liikennöidyssä kaupunginosassa toteutetusta poraustyöstä, josta aiheutui pöly-, melu ja päästövaikutuksia ympäristöön.



**Kuva 26.** Porauksessa ei ole käytössä riittäviä pölyntorjuntatoimenpiteitä ja pölyä leviää runsaasti ympäristöön. Lisäksi asutuksen keskellä tehty poraus aiheuttaa meluhaittaa. Havainto kirjataan ”Korjattavaa” Työskentelyn ympäristövaikutukset -kohtaan.



**Kuva 27.** Poravaunussa ei käytetä pölypussia, jolloin pölysoijaa pääsee leviämään ympäristöön. "Korjattavaa"-havainto kirjataan Työskentelyn ympäristövaikutukset -kohtaan.

Työmaalla ensisijainen keino on estää pölyn syntyminen. Läheskään aina pölyämisen täydellinen estäminen ei kuitenkaan ole mahdollista tai edes järkevää, joten toissijainen keino vähentää syntyvän pölyn määrää ja rajoittaa sen leviämistä on usein käyttökelpoisiin ratkaisuihin pölyntorjuntaan. Kuvissa 26 ja 27 olevista virheellisistä toimintatavoista kirjattaisiin "Kunnossa" havainnot, jos pölyn leviämistä olisi estetty keräämällä pöly esimerkiksi pölypussiin tai erilliseen säiliöön tai käyttämällä esimerkiksi märkäporausta. Myös poravaunun puomiin asennettavalla melukotelolla voidaan vähentää tehokkaasti paitsi melua, myös jonkin verran pölyn leviämistä. Kuvassa 28 on esitetty poravaunun puomiin asennettu melukotelo.





**Kuva 28.** Melukotelolla varustettu poravaunu (Construction Equipment Guide 2012).

Meluhaitan ehkäisemisen lisäksi poravaunun puomin alapäässä olevan joustavan suojan avulla voidaan ehkäistä myös pölyn leviämistä, joten voisi olla perusteltua, että etenkin asutuskeskuksissa poratessa poravaunu tulisi varustaa kuvan 28 mukaisella melukotelolla. Samalla periaatteella toimivaa suojaa voidaan käyttää myös murskaimissa ja rikotusvasaroissa, jolloin melun ja sinkoilevien kivien lisäksi voidaan vähentää pölyn leviämistä.

Porausten lisäksi melua ja pölyä aiheutuu etenkin murskaustöistä. Kuvassa 29 on esitetty vedellä tehtävän pölynsidonnan vaikutus murskauksen pölypäästöihin.



**Kuva 29.** Pölynsidonnan vaikutus murskausprosessiin (Metso 2010). Vasemman kuvan tapauksesta kirjataan ”Kunnossa”-havainto ja oikealla olevasta kuvasta ”Korjattavaa”-havainto kohtaan Työskentelyn ympäristövaikutukset.

Murskaustyömailla tehtävät havainnot tulee aina miettiä tapauskohtaisesti, sillä työn toteutukselle asetetut reunaehdot voivat poiketa merkittävästi toisistaan. Selkeät virheet, kuten kuvan 29 oikean puolen mukaisen tapauksen riittämätön pölynhallinta voidaan havainnoida ”Työskentelyn ympäristövaikutukset” kohdassa, mutta koska murskaustöitä ei suoriteta läheskään kaikilla infratyömailla, voidaan murskaustyöt havainnoida myös mittarin kohdassa ”Työmaakohtaiset havainnot”. Tällöin havainnoitavien mittauskohteiden määrittämisessä voidaan käyttää apuna esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen julkaisua *Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) – Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuo- tannossa* (Laurila & Hakala 2010), jossa on esitetty erilaisia ratkaisuja kiviainestuo- tannosta aiheutuvien haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisemiseksi ja raja-arvojen saavuttamiseksi.

### 6.3.2 Kaluston ympäristövaikutukset

Kohdassa *Kaluston ympäristövaikutukset* kirjataan havainnot työmaan koneista ja lait- teista samalla tavoin kuin MVR-mittauksessa, mutta ympäristömittauksessa keskitytään nimenomaisesti ympäristövaikutuksiin ja niiden ennaltaehkäisyyn. Taulukossa 14 on esitetty kyseisen kohdan mittausperusteet.

**Taulukko 14.** Kaluston ympäristövaikutukset -kohdan mittausperusteet.

Mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
<b>KALUSTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TYÖKONEET JA NOSTO- KALUSTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• yksi jokaisesta työko- neesta lisälaitteineen, si- sältäen työskentelyalus- tan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koneiden yleiskunto on hyvä ja ne ovat täysin toimi- via</li> <li>• lisälaitteista havainnoidaan tekninen kunto, kiinni- tykset ajoneuvoon, näkyvyys sekä varoituslaitteet ja merkinnät</li> <li>• mitään öljy- tai nestevuotoja ei ole havaittavissa</li> <li>• työkoneiden letkujen liittimet tai letkut eivät ”hikoil- le”</li> <li>• työkoneissa on imeytysainetta</li> <li>• työkoneet eivät ole tarpeettomasti joutokäynnillä</li> <li>• koneet ovat työvaiheeseen nähden sopivan kokoisia ja tyyppihyväksytyjä eikä työmaalla ei ole havaitta- vissa turhaa odottelua esimerkiksi väärin mitoitetun koneketjun takia</li> </ul>

Kaluston ympäristövaikutuksia arvioitaessa pääpaino on päästöriskien vähentämisessä koneiden ja laitteiden teknistä kuntoa havainnoimalla. Koneista ei saa valua maahan öljyä tai muita ympäristölle haitallisia aineita, kuten polttoainetta. Öljypäästöjen ehkäisemiseksi tarkistetaan myös pintapuolisesti hydrauliletkujen ja liittimien yleiskunto. Hydrauliletkut ja liittimet eivät saa ”hikoilla” eli letkuissa tai liittimissä ei saa olla merkkejä pienistä öljyvuodoista. Vaikka letkujen ja liittimien kunto ei sinänsä muodosta yksittäistä merkittävää päästöriskiä, on pitkään jatkunut vähäinenkin haitallisten aineiden päästö ympäristölle haitallista pitkällä aikavälillä. Samalla voidaan

ennaltaehkäistä suurempia vahinkoja, kuten hydrauliletkujen katkeamista, kun huonokuntoiset koneen osat vaihdetaan ajoissa.

Kuvassa 30 on esimerkki koneesta, joka ei täytä ympäristömittarin hyväksymisperusteita: Poravaunusta valuu öljyä maahan ja on havaittavissa, että kyseessä ei ole yksittäinen päästö, vaan öljyvuotoja on jäänyt maahan sitä mukaa, kun poraus on edennyt.



©Sampsu Turpeinen

**Kuva 30.** Poravaunusta valuu öljyä maahan. "Korjattavaa"-havainto kirjataan kohtaan Kaluston ympäristövaikutukset.

Kuvassa 30 maahan valunut öljy ei ole asfalttipäällysteen ansiosta päässyt pahemmin leviämään ympäristöön, mutta kyseessä on selkeä laiminlyönti. Työskentely kuvan 30 mukaisella poravaunulla tulee pysäyttää ja puutteet korjata.

### 6.3.3 Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset

*Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset* -kohdassa arvioidaan varastoinnista ja jätehuollosta aiheutuvia ympäristövaikutuksia muun muassa vaarallisten aineiden säilytyksen, materiaalihukan ja kierrätysosaamisen perusteella. Taulukossa 15 on esitetty kyseisen kohdan mittausperusteet.

**Taulukko 15.** Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset -kohdan mittausperusteet.

Mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
<b>JÄRJESTYS JA VARASTOINTI</b>		
• YLEISJÄRJESTYS	• järjestyshavainto jokaisesta alueesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alueella ei ole työvaiheeseen kuulumatonta jätettä</li> <li>• järjestys hyvä turvallisuuden ja laadun kannalta, maa-aines ei leviä ympäristöön</li> <li>• alueella ei ole työvaiheeseen kuulumatonta materiaalia levällään</li> </ul>
• JÄTEASTIAT	• havainto jokaisesta jäteastiasta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jäteastian ympäristö siisti, jäteastiat kuormattu ja jätteet lajiteltu oikein</li> <li>• jäteastioissa ei ole havaittavissa merkittävää materiaalihukkaa</li> <li>• astioiden yhteydessä on lajitteluohjeet</li> <li>• työpisteiden kuten raudoitusten tai muottien teko- paikoilla on käytettävillä materiaaleille omat jäteastiat</li> </ul>
• VAARALLISTEN AINEIDEN SÄILYTYS JA VARASTOINTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• havainto jokaisesta vaarallisten aineiden varastosta (esim. poltto- ja räjähdysaineet, liuossuolasäiliöt)</li> <li>• havainto jokaisesta kemikaalivarastosta</li> <li>• havainto tankkaus- pisteistä ja niiden suojauksista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• öljyt, kaasut ja palavat nesteet sekä syntyvät jätteet säilytetään ehjissä ja siisteissä säiliöissä</li> <li>• räjähteet lukitussa, määräysten mukaisessa varastosuojassa</li> <li>• liuossuolasäiliössä ei ole näkyviä vuotoja</li> <li>• emulsiopanostuksen raaka-aineiden varastot merkitty ja lukittu.</li> <li>• kemikaalivarastossa on valuma-allas</li> <li>• kemikaalit säilytetään lukittavassa ja merkityssä varastossa</li> <li>• täyttöasema koostuu valuma-altaasta ja tynnyritelineestä</li> <li>• polttoaineet varastoidaan IBC-pakkauksissa, ne on sijoitettu asianmukaiselle paikalle eikä niissä ole havaittavissa huomattavia lommoja tai vaurioita</li> <li>• jokaisen polttoainesäiliön yhteydessä on imeytysainetta</li> <li>• tankkaussäiliöiden nostolaitteet ovat säädösten mukaiset</li> <li>• kiinteä tankkaus- ja täyttöpaikka on päällystetty kemikaaleja läpäisemättömällä pinnoitteella ja vaarallisten aineiden leviäminen pinnoitteen ulkopuolelle on estetty</li> <li>• materiaalien varastoinnissa noudatetaan valmistajan ohjeita</li> </ul>
• ILMANLAATU JA PÖLYN- HALLINTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maanalaisissa kohteissa ja muissa suljetuissa</li> <li>• tiloissa alueittain (yksi havainto per alue)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilmanvaihtolaitteet (puhaltimet, ilmanvaihtokanavat, tunnelissa rättilinjat) ovat ehjät ja kunnossa</li> <li>• aistinvaraisesti ei havaita liiallista pölyä</li> </ul>

Taulukosta 15 nähdään, että hyväksymisperusteita on paljon varsinkin polttoainesäiliöiden ja tankkaus- pisteiden kohdalla. Yksikin puute siis tuottaa ”korjattavaa”-kohtaan



merkinnän. Tähän päädyttiin siitä syystä, että muutoksia toimintamalleihin saadaan todennäköisemmin aikaan hieman liian kunnianhimoisilla tavoitteilla kuin liian löysillä. Seurannan avulla on myös helppo havaita, että jos tietyllä työmaalla on joka viikko korjattavaa polttoaineiden säilytyksessä tai tankkaustoimenpiteissä, ei asiaan todennäköisesti suhtauduta riittävällä vakavuudella, vaan tällöin on tarpeen myös opastaa työmaalla työskenteleviä henkilöitä oikeista toimintatavoista.

Työmaan kemikaalit tulee säilyttää lukittavassa ja merkityssä varastossa valuma-altaan päällä. Täyttöasemilla, kuten muottiöljyn täyttöpaikoilla tulee ottaa huomioon päästöriski ja estää haitallisten aineiden pääsy maahan esimerkiksi valuma-altaan tai vastaavan suojauksen avulla. Kuvassa 31 on esitetty kemikaalien virheellisiä varastointitapoja ja kuvassa 32 vastaavien tapausten oikeaoppiset varastointimenetelmät sekä hyväksytyjä polttoainesäiliömalleja.



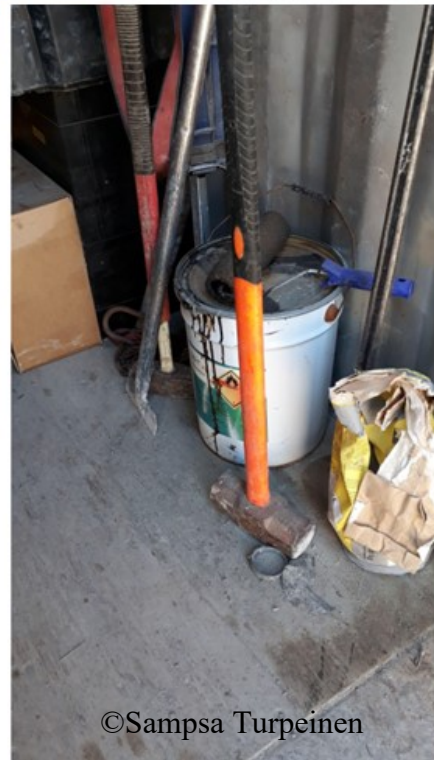
©Timo Pinomäki



©Timo Pinomäki



©Sampsa Turpeinen



©Sampsa Turpeinen



©Timo Pinomäki



©Timo Pinomäki

**Kuva 31.** Virheellisesti varastoituja kemikaaleja. Jokaisesta kokonaisuudesta kirjataan yksi "Korjattavaa"-havainto, eli yhteensä kuusi havaintoa Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset -kohtaan.





**Kuva 32.** Kemikaalien ja polttoaineiden asianmukaisia varastointitapoja (Denios 2018, Finncont 2018).

Kuvassa 32 esitettyjen oikeaoppisten kemikaalien ja vaarallisten aineiden varastoinnissa nyrkkisääntönä voidaan pitää, että vaaralliset aineet varastoidaan aina lukitussa kontissa valuma-altaan päällä. Polttoainesäiliöiden osalta oleellista on, että säiliöt ovat vaarallisten aineiden kuljetussäännösten mukaisia IBC-pakkauksia.

Vaarallisten aineiden varastoinnin lisäksi työmaalla tulee kiinnittää huomiota rakennusmateriaalien oikeaoppiseen varastointiin. Kuvassa 33 on esimerkki virheellisestä varastoinnista: samassa kasassa on vanhoista rakenteista purettua betonijätettä sekä välivarastossa olevaa louhetta. Toimivampi menetelmä olisi se, että purkujätteet saataisiin toimitettua mahdollisimman suoraan jatkokäsittelykohteeseen.



**Kuva 33.** Maansekaista purkujätettä varastoituna louhekasassa. ”Korjattavaa”-havainto kirjataan kohtaan Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset.

Kuvan 33 tapauksessa materiaalien erottelu toisistaan vie turhaan työaikaa tai louheen mukana menee maansekaista purkubetonijätettä rakennettavaan kohteeseen, mikä ei sekään ole toivottavaa. Rakentamisessa käytettävät materiaalit ja jätteet tulee varastoida erillään toisistaan.

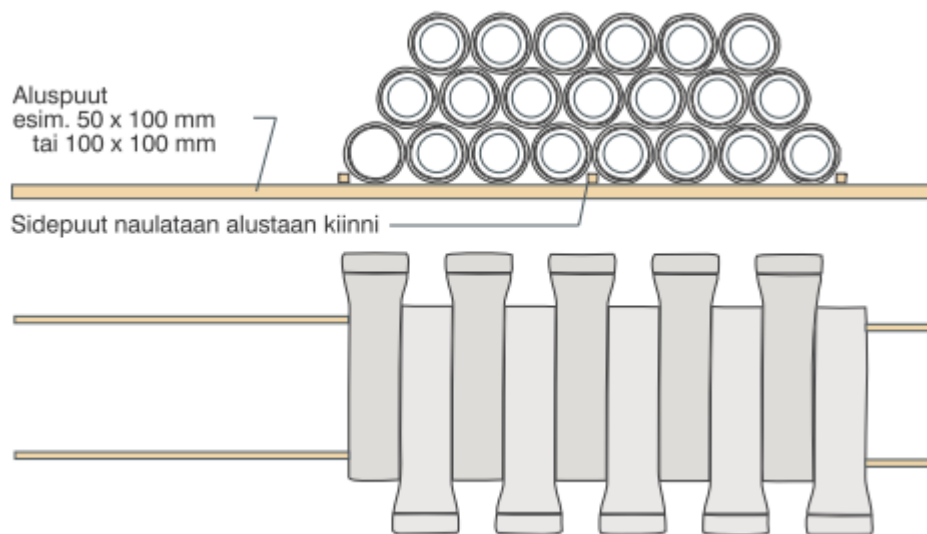
Rakennusmateriaalien varastoinnissa on tärkeää, että varastointiajat pyritään pitämään mahdollisimman lyhyinä ja ulkoisten tekijöiden, kuten sään vaikutukset materiaalin ominaisuuksiin pyritään tunnistamaan ja haitalliset vaikutukset välttämään asianmukaisilla varastointimenetelmillä.



Ulkoisten vaikutusten tunnistamisen lisäksi materiaalien varastoinnissa tulee noudattaa valmistajan ohjeita. Kuvassa 34 on esitetty esimerkki virheellisestä betoniputkien varastoinnista ja kuvassa 35 betoniputkien oikeaoppinen varastointitapa.



**Kuva 34.** Virheellisesti varastoituja betoniputkia. Havainnosta kirjataan ”Korjattavaa”-havainto kohtaan Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset (HYNDS 2018).



**Kuva 35.** Betoniputkien varastointiohje (Betoniteollisuus ry 2010).

Varastoimalla betoniputket kuvan 35 mukaisesti ja mahdollisimman lähelle lopullista asennuskohdetta voidaan putkien rikkoutumisen riskiä vähentää ja siten myös materiaalihukkaa pienentää. Materiaalihukan vähentämisen lisäksi asianmukainen kierrätys vähentää työmaan jätehuollosta aiheutuneita ympäristövaikutuksia ja jätehuoltokustannuksia. Resurssiviisautta voidaan edistää sijoittamalla lajitteluohjeita työmaan pääasialliselle jätepisteelle sekä erillisiin työpisteisiin omat pienemmät jäteastiat niille materiaaleille, joita työpisteissä käsitellään. Kuvassa 36 on raudoitustyöpisteelle sijoitettu jäteastia, johon jätteet voidaan sijoittaa sitä mukaan, kun niitä tuotetaan ilman ylimääräistä kuljetamista ja väliavarastointia.



**Kuva 36.** Erillisellä työpisteellä oleva siirrettävä jäteastia. "Kunnossa"-havainto kirjataan kohtaan Varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset.

Jätehuollon huomioimisella haluttiin korostaa, että oikeaoppinen jätehuolto on tärkeä osa luonnonvarojen kestävästä käytöstä. Lisäksi esimerkiksi kierrätyksen ja lajittelun merkitystä painottamalla voidaan työmaan henkilöstöllekin viestiä ajatusmallia, että jättemateriaalit voivat olla yhä useammin myös mahdollisuuksia pelkkien ongelmien sijasta.

### 6.3.4 Työmaakohtaiset havainnot

Mittarin kohdassa *Työmaakohtaiset havainnot* arvioidaan mitattavan työmaan ympäristösuunnitelmassa, riskienhallintasuunnitelmassa sekä erilaisissa lupaehdoissa tai muissa asiakirjoissa tunnistettuja ja mainittuja ympäristöasioita. *Työmaakohtaiset havainnot* -

kohtaa ei muiden kohtien tavoin löydy sellaisenaan MVR-mittarista, vaan tässä tutkimuksessa nähtiin tarpeelliseksi kehittää myös sellainen mittauskohde, jossa paneudutaan mitattavaan työmaahan ja sen ominaisuuksiin.

Tässä kohdassa oleellista on se, että mittarin käyttäjä on perehtynyt työmaan ympäristöasioita käsitteleviin asiakirjoihin ja koonnut sieltä ympäristöriskimittaukseen tärkeäksi koettuja asioita arvioitavaksi. Taulukossa 16 on esitetty esimerkkejä mahdollisesti mitattavista ympäristöasioista, jotka huomioidaan kohdassa *Työmaakohtaiset havainnot*.

**Taulukko 16.** Esimerkkejä kohdan *Työmaakohtaiset havainnot* mittausperusteista.

Mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
<b>TYÖMAAKOHTAISET HAVAINNOT</b>		
Ympäristösuunnitelman, riskienhallintasuunnitelman ja muiden asiakirjojen toteutuminen käytännössä	<ul style="list-style-type: none"> <li>havainnot kustakin työlle ominaisesta riskistä (esim. pohjavesialueella työskennellessä havainto vaarallisten aineiden käsittelystä, koneiden rasvauksista jne.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>työmaan asiakirjoissa tunnistetut riskit tai muut määrätyt asiat toteutetaan suunnitelmien mukaisesti</li> <li>työmaan ollessa pohjavesialueella vaarallisten aineiden täyttö- ja käsittelypaikat on merkitty aluesuunnitelmaan ja suunnitelman noudattaminen toteutuu myös käytännössä</li> <li>työskentely noudattaa päätöksissä määrättyjä ehtoja (esim. meluavien töiden ajoitus lupaehtojen mukaisesti)</li> </ul>

Taulukossa 16 esitetyt ympäristöasiat ovat esimerkkejä mahdollisesti mitattavista ympäristöasioista. Saraketta muokataan siten, että huomioidaan mahdollisimman paljon juuri kyseisen työmaan ympäristöriskienhallintaa. Kohtaan ei siis ole yhtä ja oikeaa ohjeistusta havainnoista ja hyväksymisperusteista, vaan kohdan ohjeistuksen määrittää työmaan toimihenkilöstö työmaan asiakirjojen perusteella. Jokaisen työmaan tulisi löytää ainakin kolme ympäristöriskiä tähän kohtaan.

Riskien tunnistaminen ja päätös viikoittain seurattavista kohteelle ominaisista riskeistä voidaan tehdä yhteistyössä tilaajan ja hankkeen muiden osapuolten kanssa, jolloin tärkeiksi koetut ympäristöriskit ja -vaikutukset saadaan osaksi viikoittaista dokumentoidusti tehtyä mittausta. On myös syytä huomioida, että nykyisin työmaan mittausmenetelmät perustuvat pääosin silmämääräisesti havainnoitaviin asioihin. Samaan aikaan kuitenkin mittauslaitteet kehittyvät jatkuvasti ja saatavuus paranee, joten on perusteltua, että työmaillakin siirryttäisiin yhä järjestelmällisempiin mittauksiin ja dokumentointeihin esimerkiksi polttoaineiden kokonaiskulutuksen seurannan ja desibelimittausten avulla.

## 7. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Tutkimuksessa tehtiin kirjallisuuskatsaus, jossa selvitettiin ympäristövastuullisen yritystoiminnan velvoitteita ja tuottamia hyötyjä, infrarakennustyömaan ympäristövaikutuksia, mittausteoriaa sekä erilaisia ympäristöriskien hallinnassa käytössä olevia mittareita ja menetelmiä. Kirjallisuuskatsauksen lisäksi selvitettiin ympäristömittarilta toivottuja ominaisuuksia. Selvitys tehtiin haastatteleamalla infrarakentamisen eri toimenkuvia edustavia ammattilaisia, jotka toimivat työssään kokonaan tai osittain ympäristöasioiden parissa.

### 7.1 Ympäristövastuullinen yritystoiminta

Ympäristövastuullisen yritystoiminnan lähtökohtana on, että jokaisen yrityksen on toiminnassaan täytettävä vähintään ympäristölainsäädännön vähimmäisvaatimukset ja varattava siihen tarvittavat resurssit. On kuitenkin tutkitusti todistettu, että panostamalla ympäristöasioiden hallintaan ja ympäristöosaamiseen, yritykset voivat saada myös taloudellista ja liiketoiminnallista hyötyä. Nämä hyödyt voivat ilmetä kustannusten alenemisenä esimerkiksi resurssien ja energian käytön vähentymisenä tai toteutuneiden tapaturmien ja ympäristövahinkojen välttämisenä.

Ympäristövastuullisella yritystoiminnalla voidaan myös viestiä tiettyä yrityskuvaa organisaation ulkopuolelle ja siten vaikuttaa yrityksen maineeseen vastuullisena toimijana eri yhteisöissä. Organisaation ulkopuolelle kommunikoinnin lisäksi ympäristövastuullisuudella voidaan vaikuttaa myös mielikuvaan työnantajana ja siten mahdollisesti edistää ammattitaitoisen työvoiman rekrytointia. Tämä luonnollisesti parantaa yrityksen kilpailukykyä jatkuvasti kiristyvässä kilpailussa ammattitaitoisista työntekijöistä.

### 7.2 Infrarakennustyömaan ympäristövaikutukset ja niiden mitaaminen

Infrarakennustyömaan ympäristövaikutuksia tutkittaessa hyödynnettiin alan kirjallisuuden lisäksi työn esiselvityksenä tehtyä kandidaatintyötä tierakentamisen ympäristövaikutuksista, jossa käsiteltiin työn aikaisten vaikutusten lisäksi myös suunnitteluvaiheen ympäristövaikutusten arviointia ja valmiin tuotteen aiheuttamia vaikutuksia. Tässä työssä keskityttiin rakentamisvaiheessa aiheutuviin, urakoitsijan vastuulla oleviin vaikutuksiin. Taulukkoon 17 on koottu tutkimuksessa esille tulleet infrarakennustyömaan keskeisimmät ympäristövaikutukset ja niiden mittaamenetelmät.

*Taulukko 17. Infrarakennustyömaan keskeisimmät ympäristövaikutukset.*

	<b>Keskeiset vaikutukset</b>	<b>Mittausmenetelmä</b>
<b>Melu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kuulovauriot</li> <li>• viihtyisyyshaitta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desibelimittaus</li> <li>• melumallinnus</li> </ul>
<b>Pöly</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keuhkosairaudet</li> <li>• hengitysteiden ärsyntyminen</li> <li>• viihtyvyyshaitta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keräys ja punnitus</li> <li>• kemiallinen analyysi</li> </ul>
<b>Tärinä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rakenteiden vauriot</li> <li>• viihtyvyyshaitta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heilahdusnopeus-, kiihtyvyys-, taajuus- ja siirtymämittaus</li> </ul>
<b>Päästöt ilmaan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilmanlaadun heikkeneminen</li> <li>• haitallisten aineiden hengittäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysaattorit</li> <li>• näytteenotto ja laboratorio-analyysi</li> </ul>
<b>Päästöt maaperään ja vesiin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pilaantuminen</li> <li>• sameneminen</li> <li>• likaantuminen</li> <li>• määrän muuttuminen</li> <li>• viihtyvyyshaitta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• näytteenotto ja laboratorio-analyysi</li> <li>• kenttämittaukset</li> </ul>
<b>Luonnonvarojen kulutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kiviainesvarantojen ehtyminen</li> <li>• uusiomateriaalien käytön kehittyminen</li> <li>• viihtyvyyshaitta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mineraalien kulutusmittari</li> <li>• MIPS-mittari</li> </ul>
<b>Jätteiden tuottaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• raaka-aineiden tehon hyödyntäminen</li> <li>• resurssiviisauden kehittyminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jätemäärien seuranta</li> </ul>
<b>Energian kulutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uusiutumattomien luonnonvarojen kulutus</li> <li>• kokonaisvaltainen ympäristökuormitus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kulutettujen määrien seuranta ja tilastointi</li> </ul>

Nykyisin työmaan ympäristövaikutusten mittaus perustuu pääsääntöisesti silmämääräisesti tehtyihin havaintoihin. Mittauslaitteet kuitenkin kehittyvät jatkuvasti ja saatavuus paranee, joten on mahdollista, että taulukossa 17 esitettyjä mittausmenetelmiä voidaan hyödyntää yhä enemmän myös työmailla.

### 7.3 Mittareiden ja erilaisten arviointimenetelmien teoria

Mittausteorian tarkastelussa käytiin läpi mittareiden luokittelua ja mitä ominaisuuksia hyvällä mittarilla on. Teorian avulla tarkasteltiin, mitä ominaisuuksia kehitettävässä mittarissa tulisi olla. Tyypillisin tapa luokitella mittareita on jakaa ne kvantitatiivisiin ja kvalitatiivisiin eli määrällisiin ja laadullisiin. Hyvän mittarin tulisi täyttää mahdollisimman hyvin mittausteoriassa määritellyjä ominaisuuksia. Näitä ominaisuuksia ovat muun muassa validiteetti, reliabiliteetti, relevanssi ja käytännöllisyys.

Mittareihin liittyvien ominaisuuksien lisäksi selvitettiin, mihin käyttötarkoituksiin mittareita käytetään sekä erilaisia ympäristöriskien mittausta- ja arviointimenetelmiä, joita käytetään ympäristönhallinnan työkaluina. Mittareiden käyttötarkoituksia voivat olla esimerkiksi päätöksenteko, kontrollointi, ohjaaminen, koulutus ja oppiminen sekä kommunikointi organisaation ulkopuolelle. Tässä tutkimuksessa kehitettävän mittarin käyttötarkoituksiksi voidaan lukea etenkin kontrollointi ja ohjaaminen, jotka ovat seurausta ympäristöriskien tunnistamisesta ja arvioinnista.

Ympäristöriskien tunnistamiseen ja arviointiin on olemassa erilaisia työkaluja. Yleisesti riskienhallintaprosessi koostuu riskien tunnistamisesta, arvioinnista, tarvittavien toimenpiteiden päättämisestä riskin hallitsemiseksi ja seurannasta. Infrarakentamisessa voidaan hyödyntää hankkeen tyypistä riippuen monenlaisia ympäristöriskienhallinnan työkaluja, kuten riskienhallintasuunnitelmaa, riskimatriisia, potentiaalisten ongelmien analyysiä (POA), erilaisia tarkistuslistoja ja ympäristösuunnitelmaa. Yleisellä tasolla urakoitsija laatii riskienhallinta- ja ympäristösuunnitelman projektin alussa ja päivittää niitä säännöllisin väliajoin töiden edetessä. Haasteena näiden työkalujen hyödynnettävyydessä on kuitenkin ollut niiden heikoksi koettu hyödynnettävyys työmaalla, mikä ilmeni haastateltavien asiantuntijoiden vastauksissa. Nykyisin infrarakennustyömaalla yleisesti käytetty riskienhallintatyökalu on viikoittain käytettävä MVR-mittari, joka on kehitetty maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointiin ja kehittämiseen. MVR-mittarissa kvalitatiivinen mittausaineisto muutetaan numeeriseen muotoon, eli kyseessä on niin sanottu indeksimittari.

## 7.4 Ympäristömittari

Tutkimuksessa selvitettyjen infrarakennustyömaan ympäristövaikutusten, mittaamisen teorian ja olemassa olevien työkalujen avulla lähdettiin kehittämään infrarakennustyömaan käyttöön sovellettua ympäristömittaria. Ympäristömittarin kehitystyön taustalla oli tarve tunnistaa, mitata, seurata ja minimoida työmaan ympäristövaikutuksia. Mittari ei sinällään itsenäisesti tunnista ympäristövaikutuksia, vaan mittauskohteiden havainnointi perustuu laadittuun ohjeistukseen, johon pyrittiin kokoamaan tutkimuksessa selvitetty kaikista keskeisimmät ympäristöriskit. Riskien tunnistus on siis tehty osittain mittarin ohjeistuksessa.

Mittariin ei ole tarkoituksenmukaista sisällyttää kaikkia mahdollisia riskejä, vaan mittarin kohdan *Työmaakohtaiset havainnot* avulla pyrittiin painottamaan työmaan tyypistä riippuvien riskien tunnistamista työmaahenkilöstön toimesta ja siten lisäämään työmaan henkilöstön osallistumista ympäristönhallintatyöhön. Kyseisellä toimintatavalla voidaan seurata myös työmaan eri suunnitelmien toteutumista käytännössä. Mittarin mittaus-, seuranta- ja ympäristövaikutusten minimointiosio päätettiin toteuttaa ennestään toimivaksi todetulla ja työmaille tutulla kunnossa/korjattavaa -menetelmällä, josta muodostetaan indeksi. Kyseisen menetelmän koettiin myös vastaavan parhaiten mittaus teoriassa ja haastatteluissa esille tulleita hyvän mittarin ominaisuuksia, joista käytännöllisyys



nousi selvästi tärkeimmäksi. Indeksillä voidaan myös seurata ympäristöhallinnan tasoa dokumentoidusti viikoittain ja siten tehdä johtopäätöksiä esimerkiksi ympäristöasioiden hallintatoimenpiteiden riittävyydestä.

Suurimmaksi ongelmaksi ympäristöriskimittarin kehitystyössä osoittautui turvallisuus- ja ympäristöasioiden lomittuminen. MVR-mittauksessa huomioidaan jo osin ympäristöasioita, kuten pölyntorjuntaa, vaarallisten aineiden varastointia ja kaluston kuntoa. Eron tekeminen sille, mikä dokumentoidaan ympäristöhallintaan ja mikä turvallisuuteen, vaihtuisiko ne dokumentoida yhtenä kokonaisuutena, osoittautui haasteelliseksi. Näiden kahden erottaminen ei välttämättä jatkossa olekaan tarpeen, vaan turvallisuus- ja ympäristömittaukset tulisi tämän tutkimuksen perusteella integroida yhä tiiviimmin toisiinsa, jotta turvalliset ja ympäristövastuulliset toimintatavat saadaan jalkautettua mahdollisimman tehokkaasti osaksi työmaan arkea. Haasteeksi tässä muodostuu kuitenkin eri osa-alueiden dokumentointi: jos mittaukset on integroitu, myös indeksi osoittaa siten turvallisuus- ja ympäristötason yhdessä. Jos halutaan informaatiota päätöksenteon tueksi esimerkiksi ympäristövahinkojen syitä kartoitettaessa, on syytä tehdä jonkinlainen ero havainnoitavien mittauskohteiden välille, kuten tässä tutkimuksessa ja kehitetyssä mittarissa tehtiin.

MVR-mittari on kehitetty vuoden 1990 lopulla, ja sitä on päivitetty vuosien varrella useaan otteeseen. MVR-mittauksen toteutus ja sen ohjeistus ovat siis tulleet tutuiksi työmailla työskenteleville henkilöille. Lisäksi MVR-mittari on hyväksytty lakisääteiseksi työmaan viikoittaisen turvallisuusseurannan välineeksi, joten tässä tutkimuksessa ei nähty aiheelliseksi lähteä muuttamaan MVR-mittarin ohjeistusta, vaan lisäämään ja kehittämään tiettyjä tärkeiksi koettuja ympäristöasioita MVR-mittarin ohelle. Koska MVR-mittaus tehdään nykyäänkin viikoittain, integroitiin ympäristöriskimittari osaksi MVR-mittaria, millä pyrittiin lisäämään mittarin näkyvyyttä ja siten maksimoimaan myös ohjaus- ja oppimisvaikutus.

## 7.5 Jatkotutkimustoimenpiteet

Tässä tutkimuksessa kehitetyn mittarin käyttö perustuu pitkälti mittajaan perehtyneisyyteen mitattavista kohteista sekä mittarin ohjeistuksesta. Lisäksi mittari sisältää ympäristöhallintaan liittyviä seikkoja, jotka eivät välttämättä ole tietyissä, varsinkaan pienemmissä infrarakennusurakoissa kovinkaan merkittäviä. Jatkossa mittarista tulisi voida kehittää vielä paremmin ohjaava ja henkilöstön oppimista parantava ohjelmoimalla mittarin käyttö täysin sähköiseen muotoon, jolloin sitä voisi käyttää ja tarvittaessa muokata esimerkiksi tabletilla. Tällöin mittari voi antaa vaiheittain ohjeita mittajalle mittauskierroksen edetessä tai ensimmäistä mittausta tehdessä.

Tämän tutkimuksen aineistosta tulisi voida räätälöidä erilaisiin urakoihin sopiva mittari, jossa huomioidaan vain siihen urakkaan liittyvät mittauskohteet ja paikkakuntakohtaiset toimintaohjeet. Lisäksi tablettisovelluksella pystyisi myös kätevästi dokumentoimaan

valokuvaamalla ”*korjattavaa*”-kohteet. Jatkotutkimuksen ja -kehityksen kannalta tässä tutkimuksessa luodusta ohjeistuksesta voidaan karsia urakkaan kuulumattomat mittauskohteet pois sekä huomioida esimerkiksi paikkakuntakohtaiset toimintaohjeet ympäristövahinkojen varalle.

## LÄHTEET

- Aho T. (2017). Innovaatiokumppanuus – Kehitystyö osana julkista hankintaa. Tekes. Saatavissa <https://www.kinno.fi/sites/default/files/innovaatiokumppanuus-kasikirja.pdf>
- Anttonen K. (2015). Rakennustyömaan laadunhallinnan suunnittelu. Talonrakennusteollisuus ry Itä-Suomi. Saatavissa [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus-ja-esitysaineistot/2015/070415\\_rakennustyomaan-laadunhallinnan-suunnittelu.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus-ja-esitysaineistot/2015/070415_rakennustyomaan-laadunhallinnan-suunnittelu.pdf)
- Betoniteollisuus ry. (2010). EK-Järjestelmän asennusohjeet. Saatavissa [https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/EK-Järjestelmän\\_asennusohjeet.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/EK-Järjestelmän_asennusohjeet.pdf)
- CEEQUAL. (2010). Assessment Manual for Projects in the UK & Ireland.
- CEEQUAL. (2018). About. Viitattu 12.2.2018. Saatavissa <http://www.ceequal.com/about/>
- CEN European Committee for Standardization. (2018). What we do?. Viitattu 11.2.2018. Saatavissa <https://www.cen.eu/work/Pages/default.aspx>
- ConstructionEquipmentGuide.com. (2012). Atlas Copco Upgrades Silence Kit on SmartROC T40, T35 Drill Rigs. Viitattu 21.4.2018. Saatavissa <https://www.constructionequipmentguide.com/atlas-copco-upgrades-silence-kit-on-smartroc-t40-t35-drill-rigs/17542>
- Denios. (2018). Vaarallisten aineiden varastointi. Viitattu 26.4.2018. Saatavissa <https://www.denios.fi/shop/vaarallisten-aineiden-varastointi/>
- Denzin N.K. & Lincoln Y.S. (2000). The Handbook of Qualitative Research. Thousand Oaks
- Dettenborn T. (2013). Betonimurskerakenteiden pitkäaikaistoimivuus. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201802231594>
- Dinh, T.Q., Marco J., Niu H., Greenwood D., Harper L. & Corrochano, D. (2017). A Novel Method for Idle-Stop-Start Control of Micro Hybrid Construction Equipment–Part A: Fundamental Concepts and Design. MDPI.
- Edwards A.J. (2001). ISO 14001 Environmental Certification Step by Step. Elsevier Butterworth-Heinemann
- Epstein M. & Birchard B. (1999). Counting What Counts: Turning Corporate Accountability to Competitive Advantage. Perseus Books.
- Eskola J. & Suoranta J. (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Vastapaino.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1221/2009, annettu 25 päivänä marraskuuta 2009, organisaatioiden vapaaehtoisesta osallistumisesta yhteisön ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmään (EMAS-järjestelmä) ja asetuksen (EY) N:o 761/2001 ja komission päätösten 2001/681/EY ja 2006/193/EY kumoamisesta. (2009). Saatavissa <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1221&rid=1>

Finncont. (2018). Polttoainesäiliöt. Viitattu 26.4.2018. Saatavissa <http://www.finncont.com/tuoteryhma/polttoainesailiot/>

Grönfors M. (1982). Kvalitatiiviset kenttätömenetelmät. WSOY.

GTK. (2018). Sivumateriaalit. Viitattu 16.5.2018. Saatavissa <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/sivumateriaalit/>

Hakaste H. (2013). Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset ja materiaalitehokkuus. Ympäristöministeriö. Viitattu 12.2.2018. Saatavissa [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien\\_ymparistovaikutukset\\_ja\\_materiaalitehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset_ja_materiaalitehokkuus)

Hirsjärvi S. & Hurme H. (2011). Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus.

HYNDS. (2018). Concrete pipes. Viitattu 20.4.2018. Saatavissa <http://www.hynds.co.nz/product-category/drainage/drainage-pipes/concrete-pipes/>

Hämäläinen J. & Teriö O. (2011). Talonrakentamisen ympäristömittari. Suomen Rakennusmedia Oy.

Ilmansuojelulaki L67/1982. (1982). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1982/19820067>

Ilmatieteen laitos. (2018). Ilmanlaadun mittauspalvelut. Viitattu 15.3.2018. Saatavissa <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaadun-mittaukset>

Imatran seudun ympäristötoimi. (2018). Melumittaukset. Viitattu 11.4.2018. Saatavissa <http://www.imatranseudunymparistotoimi.fi/palvelut/meluntorjunta/262-2/>

INFRA ry. (2017). MVR-mittari: Maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointi ja kehittäminen. Saatavissa [http://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tyoturvallisuus/mvrmittari2017/mvr-mittari\\_fi\\_a5\\_24092017-1\\_web.pdf](http://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tyoturvallisuus/mvrmittari2017/mvr-mittari_fi_a5_24092017-1_web.pdf)

Kankkunen K., Matikainen E. & Lehtinen L. (2005). Mittareilla menestykseen. Talentum.

Kaplan S. & Norton P. (2002). The Strategy-Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment. Harvard Business School Press.

Kaplan S. & Norton P. (2004). Strategy Maps: Convertin Intangible Assets Into Tangible Outcomes. Harvard Business School Press.

Komatsu Europe International N.V. (2018). HB365 Hydraulinen kaivukone. Viitattu 19.2.2018. Saatavissa <http://www.sro.fi/content/download/4237/31528/Komatsu%20HB365LC-3.pdf>

Koskela S., Mäenpää I., Mattila T., Seppälä J., Saikku L., Korhonen M-R., Suorsa M., Österlund H. & Hilppinen I. (2013). Suomen talouden materiaalivirrat vuonna 2008 ja resurssitehokkuuden tehostamisen vaikutukset vuoteen 2030. Ympäristöministeriö. Saatavissa [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/40781/YMr\\_26\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/40781/YMr_26_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

KvantiMOTV. (2008). Mittaaminen: Mittarin luotettavuus. Viitattu 5.2.2018. saatavissa <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html#validiteetti>

Laine H. & Heljo J. (2007a). Rakennustoiminta Ympäristöjohtaminen. Talonrakennusteollisuus ry. 38 s.

Laine H. & Heljo J. (2007b). Rakennustyömaan ympäristö- ja jätehuolto-opas. Talonrakennusteollisuus ry.

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista L29.12.2016/1397. (2016). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161397>

Laurila J. & Hakala I. (2010). Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) – Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/37976>

Lehti-Miikkulainen O. (2005). Riskienhallinnan systematisointi tiensuunnittelun ja investointien hankinnassa. Tiehallinto. Saatavissa [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/4000452-vriskienhallinnan\\_systematisointi.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/4000452-vriskienhallinnan_systematisointi.pdf)

Lewis P., Leming M. & Rasdorf W. (2012). Impact of Engine Idling on Fuel Use and CO2 Emissions. American Society of Civil Engineers.of Nonroad Diesel Construction Equipment

Liikennevirasto. (2017a). Ohje riskienhallinnan menetelmistä. Saatavissa [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo\\_2017-40\\_ohje\\_riskienhallinnan\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-40_ohje_riskienhallinnan_web.pdf)

Liikennevirasto. (2017b). Riskienhallinta väylänpidossa. Saatavissa [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo\\_2017-39\\_riskienhallinta\\_vaylanpidossa\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-39_riskienhallinta_vaylanpidossa_web.pdf)

Lonka H., Loukola-Ruskeeniemi K., Ehrukainen E., Gustafsson J., Honkanen M., Härmä P., Jauhiainen P., Kuula P., Nenonen K., Pellinen T., Rintala J., Selonen O., Martikainen M. & Aalto M. (2015). Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnäkymät. Työ- ja elinkeinoministeriö.

Lönnqvist, A., Kujansivu P. & Antola J. (2005). Aineettoman pääoman johtaminen. JTO-Palvelut Oy.

Lönnqvist A. & Mettänen P. (2003). Suorituskyvyn mittaaminen – Tunnusluvut asian-tuntijaorganisaation johtamisvälineenä. Edita Publishing Oy.

Meluntorjuntalaki L382/1987. (1987). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1987/19870382>

Metso Oy. Metso esittelee uudet Lokotrack Urban murskaimet - turvallisempaa murskausta myös taajamissa. Viitattu 22.4.2018. Saatavissa <https://www.metso.com/fi/uutiset/2017/2/metso-esittelee-uudet-lokotrack-urbantm-murskaimet---turvallisempaa-murskausta-myo-taajamissa/>

Metsämuuronen J. (2006). Laadullisen tutkimuksen käsikirja. International Methelp.

Moldan B., Janoušková S. & Hák T. (2012). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. Elsevier.

Mäkelä, H. & Höynälä, H. (2000). Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa. Tekes.

NCC. (2018). CEEQUAL. Viitattu 5.2.2018. Saatavissa <https://www.ncc.fi/kestava-kehitys/kestavan-kehityksen-viitekehys/vastuullisia-konsepteja/ymparistosertifikaatit/ceequal/>

Nevalainen P., Honkanen J., Sainio P. & Christersson J. (2010). Ohjeistus tärinää aiheuttavien rakennustyömaiden organisaatioille. Rakennustieto. Saatavissa <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100501.pdf>

Nuutinen J. & Kärtevä J. (2010). Matalamaan kiviaineksen ottoalueen pölyvaikutusten arviointi leviämislaskelmin. Symo Oy. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B78EB3848-B4F6-4B2C-A1B5-1B0DDABC0C18%7D/95509>

OP. (2018). Ympäristöturvallisuus. Viitattu 24.1.2018. Saatavissa <https://www.pohjola.fi/pohjola/yritys--ja-yhteisoasiakkaat/riskienhallinta/omaisuus-ja-toiminta/ymparistoturvallisuus?id=328150>

Pasanen P. & Miilumäki N. (2017). Infrahankkeiden EN-standardeja noudattava hiilijalanjälki- ja elinkaariarviointi. Liikennevirasto. Saatavissa [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts\\_2017-20\\_infrahankkeiden\\_en-standardeja\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2017-20_infrahankkeiden_en-standardeja_web.pdf)

Pusenius, K. (2004). Suomen yleisten teiden ja tieliikenteen luonnonvarojen kulutus – tutkimusmenetelmänä MIPS. Pro gradu –tutkielma.

Pusenius, K., Lettenmeister, M. & Saari, A. (2005). Luonnonvarojen kulutus Suomen tieliikenteessä (TieMIPS). Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78667/Julkaisuja\\_54\\_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78667/Julkaisuja_54_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rakennusteollisuus. (2018). Infrarakentaminen. Viitattu 13.2.2018. Saatavissa <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Infrarakentaminen/>

Rakennusteollisuus. (2018). Kestävän rakentamisen standardit luovat yhdenmukaiset pelisäännöt. Viitattu 12.2.2018. Saatavissa <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/CENCT-350-Kestava-rakentaminen/>

Rakennusteollisuus RT ry. (2014). Tilaajaosaaminen säästää rahaa. Viitattu 7.5.2018. Saatavissa <https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Ajankohtaista/tiedotteet2-kansio/2014/Tilaajaosaaminen-saastaa-rahaa/>

Rakennustietosäätiö RTS. InfraRYL 2010 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustieto Oy.

Ramboll Oy. (2016). Kiviaineksen louhinta ja murskaus, Laukaa melumallinnus. Saatavissa <http://docplayer.fi/53577518-Kiviaineksen-louhinta-ja-murskaus-laukaa-melumallinnus.html>

RIL 253-2010. (2010). Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Rousku K. (2017). Valtiovarainministeriön julkaisuja 22/2017. Valtiovarainministeriö. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-251-862-0>

Saaranen-Kauppinen A. & Puusniekka A. (2009). Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Saatavissa [http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv\\_pdf/KvaliMOTV.pdf](http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv_pdf/KvaliMOTV.pdf)

Sallisalml V. & Mela H. (2009). Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu Taustaraportti Rakentamisen materiaalitehokkuus. Pirkanmaan ympäristökeskus.

Salmenperä H, Moliis K. & Nevala S-M. (2015). Jättemäärän ennakointi vuoteen 2030. Ympäristöministeriö.

Salminen J. (2005). Measuring performance and determining success factors of construction sites. Saatavissa <http://urn.fi/urn:nbn:fi:tkk-004754>

SFS ry. (2018). Usein kysyttyä – Mikä on standardi?. Viitattu 7.5.2018. Saatavissa [https://www.sfs.fi/usein\\_kysyttya#Mikonstandardi](https://www.sfs.fi/usein_kysyttya#Mikonstandardi)

Simons, R. (2000). Performance measurement & control systems for implementing strategy. Prentice Hall.

Sorvari J. (2018). Johdatusta (ympäristö)kestävyyteen ja sen arviointiin. UKI 2017–2018 koulutusmateriaalit.

Summanen E. (2013). Ympäristönsuojelumääräysten noudattaminen rakennustyömailla Helsingin kaupungin alueella. Helsingin kaupungin ympäristökeskus.

Suomen Rakennuskone Oy. (2018) Hybridi-kaivukoneet. Viitattu 19.2.2018. Saatavissa <http://www.sr-o.fi/Koneet/Kaivukoneet/Hybridi-kaivukoneet>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2018). ISO 14001 – maailman tunnetuin ympäristöjärjestelmämalli. Viitattu 25.1.2018. Saatavissa [https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tuotteet\\_valokeilassa/iso\\_14000\\_ymparistojohtaminen/ymparistojarjestelma](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_14000_ymparistojohtaminen/ymparistojarjestelma)

Suomen Vesiyhdistys. (2005). Pohjavesitutkimusopas. Saatavissa <http://www.vesiyhdistys.fi/pdf/Pohjavesiopas.pdf>

Suomen virallinen tilasto (SVT). (2015a). Energiatuotteiden loppukäyttö toimialoittain 2015. Saatavissa [https://www.stat.fi/til/entp/2015/entp\\_2015\\_2017-10-05\\_tau\\_002\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/entp/2015/entp_2015_2017-10-05_tau_002_fi.html)

Suomen virallinen tilasto (SVT). (2015b). Ilmapäästöt toimialoittain. Tilastokeskus. Viitattu 12.2.2018. Saatavissa [http://www.stat.fi/til/tilma/2015/tilma\\_2015\\_2017-10-05\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tilma/2015/tilma_2015_2017-10-05_tie_001_fi.html)

Suomen virallinen tilasto (SVT). (2015c). Jätetilasto. Tilastokeskus. Viitattu 20.2.2018. Saatavissa [http://www.stat.fi/til/jate/2015/jate\\_2015\\_2017-06-15\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/jate/2015/jate_2015_2017-06-15_tie_001_fi.html)

Suomen virallinen tilasto (SVT). (2016a). Kasvihuonekaasut. Tilastokeskus. Viitattu 15.2.2018. Saatavissa [http://www.stat.fi/til/khki/2016/khki\\_2016\\_2017-12-08\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/khki/2016/khki_2016_2017-12-08_tie_001_fi.html)



Suomen virallinen tilasto (SVT). (2016b). Ympäristöliiketoiminta. Tilastokeskus. Viitattu 12.2.2018. Saatavissa [http://www.stat.fi/til/ylt/2016/ylt\\_2016\\_2017-12-14\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ylt/2016/ylt_2016_2017-12-14_tie_001_fi.html)

Suomen ympäristökeskus SYKE. (2013). EMAS-järjestelmä ja sen toteuttaminen. Viitattu 24.1.2018. Saatavissa [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Ymparistojarjestelmat\\_ja\\_johtaminen/EMASin\\_toteuttaminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Ymparistojarjestelmat_ja_johtaminen/EMASin_toteuttaminen)

Talja A. & Törnqvist J. (2014). Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT. Saatavissa <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-R-04703-14.pdf>

Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus. (2010). Tampereen Rantaväylä (valtatie 12) välillä Santalahti–Naistenlahti Ympäristövaikutusten arviointimenettely: Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Saatavissa <https://www.tampere.fi/liitteet/y/5xrmzF8yD/vt12yvaselostus.pdf>

Teräsrakenneyhdistys. (2015). Teräs kosketuksissa muiden materiaalien kanssa – Korroosionkestävyys. Saatavissa [http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/152/89718ce/teras\\_kosketuksissa\\_muiden\\_materiaalien\\_kanssa\\_1703\\_2015.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/152/89718ce/teras_kosketuksissa_muiden_materiaalien_kanssa_1703_2015.pdf)

Tiehallinto. (2008). Valtatien 7 parantaminen moottoritieksi välillä Hamina – Vaalimaa – Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B1324E784-22DD-49C1-9AA8-9C0ED51914F2%7D/41669>

Tiehallinto. (2009). Ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeiden suunnittelussa. Saatavissa <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2000027-v-09-yva-ohje.pdf>

Tuhola M. (1997). Maarakennustyömaan ympäristöopas. Maarakennusalan neuvottelukunta & Suomen ympäristökeskus.

Turpeinen S. (2018). Tierakentamisen ympäristövaikutukset. Saatavissa <http://URN.fi/URN:NBN:fi:tyy-201804181500>

Työterveyslaitos. (2017a). Asbesti ja asbestipurkutyöt. Viitattu 23.4.2018. Saatavissa <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/asbesti/>

Työterveyslaitos. (2017b). Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -turvallisuusohjeet (OVA-ohjeet). Viitattu 23.4.2018. Saatavissa <http://www.ttl.fi/ova/>

U.S. Environmental Protection Agency. (2009). Potential for Reducing Greenhouse Gas Emissions in the Construction Sector. Saatavissa <https://archive.epa.gov/sectors/web/pdf/construction-sector-report.pdf>

Vainio T. & Nippala E. (2013). Infrarakentamisen rakenne ja kehityksen ennakointi. TAMK & VTT. Saatavissa [http://www.vtt.fi/sites/infra2030/Documents/Infrarakentamisen\\_rakenne\\_27-2-2013.pdf](http://www.vtt.fi/sites/infra2030/Documents/Infrarakentamisen_rakenne_27-2-2013.pdf)

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista A 214/2007. (2007). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta A 26.3.2009/205. (2009). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205#Lidp452213552>

Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä P621/2001. (2001). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010621>

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta A79/2017. (2017). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170079>

Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista P480/1996. (1996). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960480>

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista A214/2007. (2007). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista P993/1992. (1992). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. (2016). E18 Turun kehätien parantaminen välillä Naantali–Raisio, Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B44F05D59-30B1-4F90-9334-8652ADD7FA08%7D/123419>

VTT Oy. (2002). ALARP Potentiaalisten ongelmien analyysi. Saatavissa <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/alarp/aineisto/poa.pdf>

VTT Oy. (2009). Ympäristövastuu ja -turvallisuus. Viitattu 15.3.2018. Saatavissa <http://virtual.vtt.fi/virtual/pkrh/perusvaatimukset/riskienhallinnan-perusvaatimukset/ymparistovastuu-ja-turvallisuus/ymparistovastuu-ja-turvallisuus.html>

Vuolio R. (1991). Räjätystyöt. Suomen maarakentajien keskusliitto.

Vuori K-M., Mitikka S. & Vuoristo H. (2009). Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/41785>

Vuori M. (1998). Potentiaalisten ongelmien analyysi. VTT. Saatavissa <https://www.pkrh.fi/uploads/poa-analyysi/potentiaalisten-ongelmien-analyysi-tietokortti.pdf>

Välimäki S. (2015). Pro gradu -tutkielma: Alusvaatteet naisten identiteettityössä. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201506111840>

Wessberg N. (2007). Ympäristöturvallisuus Ympäristöriskien arvioinnin osaaminen ja haasteet. VTT.

Ympäristöministeriö. (1995). Ympäristömelun mittaaminen. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42692/Ymp%C3%A4rist%C3%B6melun%20mittaaminen.pdf?sequence=1>

Ympäristönsuojelulaki L27.6.2014/527. (2014). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527#Pidp451597024>

Zhang G., Sandanayake M., Setunge S., Li C. & Fang J. (2016). Selection of emission factor standards for estimating emissions from diesel construction equipment in building construction in the Australian context. Elsevier.

## **LIITTEET**

LIITE A: Infrahankkeiden riskimatriisi

LIITE B: MVR-mittari

LIITE C: TRY-mittari

LIITE D: Haastattelukysymykset

LIITE E: Työmaan ympäristönhallinnan tarkistuslista

LIITE F: Laajennetun MVR-mittarin ohjeistus

# **LIITE A INFRAHANKKEIDEN RISKIMATRIISI (LIIKENNEVIRASTO 2017A)**

Tapahtuman esiintymistajuuus	Ei seurauksia				
	Ese (1)	Lievivähäisiä Li (2)	Vakavaimerkittäviä Va (3)	Suuria Su (4)	Enttään suuria ESu (5)
Enttään yleinen EYl (5)	Vähäinen (Vä)	Kohtalainen (Ko)	Merkitävä (Me)	Sietämätön (Si)	Sietämätön (Si)
	Merkitysetön (Mton)	Vähäinen (Vä)	Kohtalainen (Ko)	Merkitävä (Me)	Sietämätön (Si)
	Merkitysetön (Mton)	Vähäinen (Vä)	Kohtalainen (Ko)	Kohtalainen (Ko)	Merkitävä (Me)
	Merkitysetön (Mton)	Merkitysetön (Mton)	Vähäinen (Vä)	Kohtalainen (Ko)	Merkitävä (Me)
	Merkitysetön (Mton)	Merkitysetön (Mton)	Merkitysetön (Mton)	Vähäinen (Vä)	Kohtalainen (Ko)

Riskin todennäköisyys	Toimenpideluokat	
<b>5 Erittäin yleinen</b> Esiintyy ainakin 10 kertaa vuodessa	V luokka	Välittömät toimenpiteet
<b>4 Yleinen</b> Esiintyy ainakin kerran vuodessa	IV luokka	Toimenpiteet meneillään olevassa suunnitteluvaiheessa
<b>3 Satunnainen</b> Esiintyy ainakin kerran 10 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen toteutusaikana	III luokka	Toimenpiteet suunniteltava
<b>2 Harvinainen</b> Esiintyy ainakin kerran 100 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen käytön aikana	II luokka	Seurataan
<b>1 Erittäin harvinainen</b> Esiintyy harvemmin kuin kerran 100 vuodessa Teoreettinen, ei tiedetä tapahtuneen rakentamisen tai käytön aikana	I luokka	Ei tarvita toimenpiteitä

# LIITE B: MVR-MITTARI (INFRA RY 2017)

16 LOMAKKEET



PÄIVÄMÄÄRÄ \_\_\_\_\_

YRITYS \_\_\_\_\_

TYÖMAA / TYÖNUMERO \_\_\_\_\_

MITTAAJA \_\_\_\_\_

☐ EDELLISEN MITTAUKSEN PVM \_\_\_\_ / \_\_\_\_ PUUTTEET KORJATTU

MITTAUSKOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
1. TYÖSKENTELY JA KONEEN KÄYTTÖ • SUOJAINTEN KÄYTTÖ JA RISKINOTTO				
2. KALUSTO • TYÖKONEET JA NOSTOKALUSTO • PIENKALUSTO • TELINEET, TYÖPUKIT, TIKKAAT, KULKUSILLAT, PORTAAT • SÄHKÖISTYS • VALAISTUS • EMULSIONPANOUSTUSLAITE • PELASTAUTUMISKONTTI				
3. SUOJAUKSET JA VAROALUEET • PUTOAMISSUOJAUS • SORTUMAVAARA • KONEIDEN VAROALUEET				
4. AJO- JA KULKUVÄYLÄT • ULKOPUOLINEN LIIKENNE JA KEVYT LIIKENNE • TYÖMAATIE • KULKUTIE • PELASTAUTUMISEN JÄRJESTÄMINEN				
5. JÄRJESTYS JA VARASTOINTI • YLEISJÄRJESTYS • JÄTEASTIAT • VAARALLISTEN AINEIDEN SÄILYTYS JA VARASTOINTI • ILMANLAATU JA PÖLYNHALLINTA				
OIKEIN YHT:			VÄÄRIN YHT:	

**MVR-TASO**  $\frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100$  \_\_\_\_\_  $\times 100 =$  %

KORJATTAVAA	VASTUUHENKILO	KORJATTU PVM

TYÖNANTAJAN EDUSTAJA \_\_\_\_\_

TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA \_\_\_\_\_

MITTAUSKOHTEET	HAVAINTOJEN MÄÄRÄ	HYVÄKSYMISPERUSTEET
<b>1. TYÖSKENTELY JA KONEEN KÄYTTÖ</b>		
• SUOJAINTEN KÄYTTÖ JA RISKINOTTO	• yksi jokaisesta työntekijästä, mukaan lukien kuljettajat. Myös aluukoitsijoiden työntekijät, mittamiehet, suunnittelijat, jne.	• työntekijä käyttää tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia • ei ota ilmeistä riskiä (esim. putoamisvaara, koneen sopimattomuus työhön, riskialtis koneenkäyttö) eikä aiheuta vaaraa muille
<b>2. KALUSTO</b>		
• TYÖKONEET JA NOSTOKALUSTO	• yksi jokaisesta työkonesta lisälaitteineen, sisältäen työskentelyalustan	• koneiden yleiskunto on hyvä ja ne ovat täysin toimivia • lisälaitteista havainnoidaan tekninen kunto, kiinnitykset ajoneuvoon, näkyvyys sekä varoituslaitteet- ja merkinnät • työskentelyalusta on riittävän kantava ja tasainen
• PIENKALUSTO	• yksi jokaisesta pienlaitteesta (sirkkelit, nostoapuvälineet, hitsauslaitteet, tärvelvyt, kulmahiomakoneet)	• pienkaluston yleiskunto on hyvä ja ne täyttävät laitekohtaiset turvallisuusmääräykset
• TELINEET, TYÖPUKIT, TIKKAAT, KULKUSILLAT JA PORTAAT	• yksi jokaisesta erillisestä rakenteesta • julkisivutelineessä havainto jokaisesta työtasosta	• tuenta, perustus, ankkurointi luotettava • kaiteet (3 johdettua), tarvittaessa suojakatos • telineiden (ml. siirrettävät telineet) nousutienä on oltava portaat, porrastikkaat tai askelmatikkaat tai muu käyttöohjeen mukainen nousutie • työpukissa tarvittaessa ohjautumisen estävä rakenne
• SÄHKÖISTYS	• yksi jokaisesta keskuksista (>16 A) • yksi havainto alueen kaikista kaapelivedoista (>240 V)	• sähkökeskukset ja kaapelit on sijoitettu tarkoituksenmukaisesti, suojattu tarvittaessa sekä muuten ehjät ja hyväkuntoiset
• VALAISTUS	• yksi havainto alueen valaistuksesta aina kun valaistus on tarpeen	• alueella on riittävä yleis- ja työkohtevalaistus
• EMULSIOPANOSTUSLAITE	• yksi havainto emulsiopanostuslaitteesta	• yleiskunto on hyvä eikä laitteessa ole vuotoja
• PELASTAUTUMISKONTTI	• yksi havainto kustakin pelastautumiskontista	• Kontin oven on oltava lukitsematta ja sinne on oltava esteetön pääsy
<b>3. SUOJAUKSET JA VAROALUEET</b>		
• PUTOAMISSUOJAUS	• havainto kaikista alueen vapaista reunoista tai aukoista, joissa putoamissuojaus on tarpeen	• putoamissuojaus oltava 2 metrin korkeudesta alkaen • suojakaide (3 johdettua) tai verkko-kaide-elementti
• SORTUMAVAARA	• havainto kaikista kohdista joissa on sortumavaara (kaivannot, maaperä, tunnelin katot)	• kaivanto asianmukaisesti tuettu, kallio lujitettu pultituksella / ruiskubetonoitu tai rusnattu, luiskaus mikäli tuentatarvetta ei ole, maamassat lujitettuja yli 2 metrin etäisyydelle kaivannon reunasta
• KONEIDEN VAROALUEET	• havainto jokaisen koneen vaatimasta varo-alueesta	• työkonoiden on oltava sijoitettuna riittävän kauas muista työntekijöistä, kaivannon reunoista ja liikenteestä. Koneessa ja sen läheisyydessä on oltava tarvittavat varoitusmerkit.
<b>4. AJO- JA KULKUVÄYLÄT</b>		
• ULKOPUOLINEN LIIKENNE JA KEVYT LIIKENNE	• yksi jokaisesta alueesta, jossa työmaa vaikuttaa yleisiin teihin tai kevyen liikenteen väyliin • jokaisesta liikennemerkeistä ja liikenteenohjauslaitteesta oma havainto. Lamellit, sulkupyhdyt ja -kartiot alueittain.	• liikenne toteutettu turvallisesti, liikennejärjestelyistä on varoitettu varoitusmerkeillä ja -vilkuilla, vaaralliset alueet on eristetty, ulkopuolisten pääsy työmaa-alueelle on estetty • liikennejärjestelyt ovat ohjeistuksen mukaiset. Liikenteenohjauslaitteet ja -merkit ovat näkyvät ja puhtaat
• TYÖMAATIE	• työmaatie havainnoidaan yhtenä alueena, mikäli se on lyhyt. Muuten työmaatie jaetaan useaan alueeseen	• työmaatie on tarkoitukseen nähden riittävän hyvässä kunnossa. Tarvittavat liikennemerkit ovat paikallaan ja pääsy vaarallisiin paikkoihin on estetty
• KULKUTIE	• yksi havainto jokaisesta alueen kulkutiestä	• kulkutiet ovat tarkoitukseen nähden riittävän hyvässä kunnossa, pääsy vaarallisiin paikkoihin on estetty
• PELASTAUTUMISEN JÄRJESTÄMINEN	• yksi havainto kustakin poistumistiestä	• maanalaissa louhintakohteista poistumistiet on merkitty ja kulun on oltava esteetön
<b>5. JÄRJESTYS JA VARASTOINTI</b>		
• YLEISJÄRJESTYS	• järjestyshavainto jokaisesta alueesta	• alueella ei ole työvälineiden kuulumatonta jätettä • järjestys hyvä turvallisuuden ja laadun kannalta, maa-aines ei leviä ympäristöön
• JÄTEASTIAT	• havainto jokaisesta jätteestä	• jätteiden ympäristö siisti, jätteistä kuormattu ja jätteet lajiteltu oikein.
• VAARALLISTEN AINEIDEN SÄILYTYS JA VARASTOINTI	• havainto jokaisesta vaarallisten aineiden varastosta (esim. poltto- ja räjähdysaineet, liuossuolasäiliöt)	• öljyt, kaasut ja palavat nesteet sekä syntyvät jätteet säilytetään ehjissä ja siisteissä säiliöissä • räjähteet lukitussa, määräysten mukaisessa varastosuojassa • liuossuolasäiliöissä ei ole näkyviä vuotoja • emulsiopanostuksen raaka-aineiden varastot merkitty ja lukittu.
• ILMANLAATU JA PÖLYNHALLINTA	• maanalaissa kohteissa ja muissa suljetuissa tiloissa alueittain (yksi havainto per alue)	• ilmanvaihtolaitteet (puhaltimeet, ilmanvaihtokanavat, tunnelissa räättilinjat) ovat ehjät ja kunnossa • aistinvaraisesti ei havaita liiallista pölyä



## LIITE C: TRY-MITTARI (HÄMÄLÄINEN & TERIÖ 2011)

Liite 1. Talonrakentamisen ympäristömittari – ohjeet mittaamiseen			
	Mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
Tiedonhallinta	Työmaan asiakirjat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta tarvittavasta asiakirjasta</li> <li>Yksi jokaisesta aluesuunnitelman havainnointikohteesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Turvallisuusasiakirja on tehty työmaalle ja on nähtävillä.</li> <li>Kosteudenhallintasuunnitelma on tehty.</li> <li>Jätehuoltosuunnitelma on tehty.</li> <li>Pölyntorjuntasuunnitelma on tehty.</li> <li>Ympäristöriskien tunnistaminen on tehty.</li> <li>Vaarallisten aineiden kartoitus on tehty (saneeraustyömaat).</li> <li>Polttoöljylupa on saatu, jos polttoöljyä on yli 10 tonnia.</li> <li>Nestekaasuilmoitus tehty, jos kaasua on yli 200 kg.</li> <li>Melu- ja tärinäilmoitus on tehty (tarvittaessa).</li> <li>Aluesuunnitelmassa on esitetty varastoalueet, jätteiden keräyspisteet, työmaan rajaus/aita ja kulkutiet.</li> </ul>
	Tiedottaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta ilmoitustaulun havainnointikohteesta</li> <li>Yksi työmaan opasteista ja neljä rajauksesta (jokaiselta sivulta)</li> <li>Yksi liikenneyliin merkinnästä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmoitustaululla ovat näkyvissä aluesuunnitelma, työmaan yhteystiedot, perehdyttämisaineisto sekä palo- ja pelastautumissuunnitelma.</li> <li>Työmaa on rajattu jokaiselta sivulta ja merkitty.</li> <li>Liikenneyliin on merkitty.</li> </ul>
Jätteen käsittely	Jätelavat ja -astiat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisen jätelavan ja -astian merkinnästä</li> <li>Yksi lajittelun noudattamisesta jokaisessa jätelavassa ja -astiassa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jätelavat ja -astiat on merkitty, ja niissä on vain niihin kuuluvaa jätettä. Lajitteluohjeet ovat näkyvissä.</li> </ul>
	Työpisteet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta kiinteästä ja käynnissä olevasta työpisteestä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirkkelin , raudoitusaseman yms. yhteydessä on jäteastia lajittelua varten.</li> <li>Työskentelypisteissä on astia pääjäteajetta varten ja sitä käytetään.</li> </ul>
	Jätteen siirrot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta lohkoista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jätteiden kuljetusreitit on suunniteltu ja tarvittaessa merkitty.</li> </ul>
Materiaalien käsittely	Varastoalueet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta varastoitavasta materiaali-erästä</li> <li>Yksi jokaisesta pientarvikevarastosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiaalinipussa on vain yhtä materiaalia.</li> <li>Sääsuojaus on tehty kosteuserhille materiaalille.</li> <li>Pientarvikevarasto on hyvässä järjestyksessä.</li> </ul>
	Valmiit rakennusosat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi lohkon valmiiden rakennusosien suojauksesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valmiit rakennusosat on suojattu tai tilaan pääsy on estetty.</li> </ul>
	Materiaalihukat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta jätteistä ja lavasta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jos jätteistä on merkkejä selvästi turhasta materiaalihukasta, kirjataan ei kunnossa -merkintä, muutoin kunnossa-merkintä.</li> </ul>
Energia	Työmaan energian käyttö	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi lohkon aukkojen sulkemisesta</li> <li>Yksi lohkon sadevesien ja lumen pääsystä rakenteisiin</li> <li>Yksi lohkon työvalaistuksesta</li> <li>Yksi jokaisesta työkonesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lämmitettävän ja/tai kuivatettavan tilan kaikki aukot on suljettu.</li> <li>Sade- ja valumavesien sekä lumen pääsy rakenteisiin on estetty.</li> <li>Ylimääräinen valaistus on pois tilasta, jossa ei työskennellä tai johon ei ole kulkua.</li> <li>Työkonet eivät ole tyhjäkäynnillä.</li> <li>Työmaalla on autolämmityspisteet kylmänä vuodenaikana.</li> </ul>
Päästöt	Pölyntorjunta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta pölyosastoinnista</li> <li>Yksi jokaisesta pölyvästä käynnissä olevasta työstä</li> <li>Yksi jokaisesta huokoisesta materiaali-erästä tai tarvikkeesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pölyosastoitu alue on tiivis ja merkitty.</li> <li>Pölyosastoidulla alueella on tarvittaessa alipaine.</li> <li>Jokaisessa pölyvässä työmenetelmässä on käytössä kohdepoisto, pölynsidonta tai pölynsuojaus/osastointi.</li> <li>Huokoiset ja muut pölylle arat materiaalit on suojattu, esim. mineraalivilla ja IV-osat.</li> <li>Työmaateissa on huolehdittu pölynsidonnasta (sepeili/suolaus).</li> </ul>
	Kemikaalivarasto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta kemikaalivarastosta</li> <li>Yksi kemikaaliluettelosta</li> <li>Yksi käyttöturvallisuustiedotteista</li> <li>Yksi pienastioiden säilytyksestä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kemikaalivarasto on merkitty ja lukittavissa.</li> <li>Kemikaaliluetteloa pidetään yllä, ja käyttöturvallisuustiedotteet ovat työntekijöiden nähtävillä.</li> <li>Pienastioiden säilytystila/aluusta on allastettu.</li> </ul>
	Ongelmajätevarasto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta ongelmajätevarastosta</li> <li>Yksi ongelmajätteenpidosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ongelmajätevarasto on merkitty asianmukaisesti.</li> <li>Varasto on lukittavissa.</li> <li>Ongelmajätteenpitoa pidetään yllä.</li> </ul>
	Polttoaine- ja öljysäiliöt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi jokaisesta säiliöstä</li> <li>Yksi jokaisesta tynnyristä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Säiliön kaatuminen on estetty, ja säiliö on allastettu tai kaksoisrunkoinen.</li> <li>Tynnyreiden ja pienastioiden säilytystila/aluusta on allastettu.</li> </ul>
	Hätätilannevalmiudet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksi öljy- ja kemikaalivahinkokalustosta</li> <li>Yksi vahinkokaluston merkinnästä</li> <li>Yksi torjuntaohjeista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Työmaalla on öljy- ja kemikaalivahinkokalusto, ja sen sijainti on merkitty.</li> <li>Öljy- ja kemikaalivahingon torjuntaohjeet on sijoitettu torjuntakaluston läheisyyteen.</li> </ul>

Booky/ 30.900

## Liite 2. Talonrakentamisen ympäristömittari

Rakennusyritys

Työmaan osoite

Työnumero

Mittaja

Päiväys

	Kohde	kunnossa	YHT.	ei kunnossa	YHT.
Tiedon-hallinta	Työmaan asiakirjat				
	Tiedottaminen				
Jätteen käsittely	Jätelavat ja -astiat				
	Työpisteet / työryhmät				
	Jätteen siirrot ja käsittely				
Materiaalin käsittely	Varastoalueet				
	Valmiit rakennusosat				
	Materiaalihukat				
Energia	Työmaan energian käyttö				
Päistöt	Pölyntorjunta				
	Kemikaalivarasto				
	Ongelmajätevarasto				
	Polttoaine- ja öljysäiliöt				
	Hätätilannevalmiudet				
		YHT.		YHT.	
TRY-taso = $\frac{\text{kunnossa}}{\text{kunnossa} + \text{ei kunnossa}} \times 100 =$				$\times 100 =$	
Korjaustoimenpiteet			Aikataulu	Vastuhenkilö	Korjattu pvm

Mittaukset suoritetaan kuukauden ensimmäisen TR-mittauksen yhteydessä tai rakennusvaiheittain.  
 Esim: maanrakennustyöt, perustukset, runko-, vesikatto-, sisävalmistusvaihe, pihatytöt

## LIITE D: HAASTATTELUKYSMYKSET

1. Näetkö, että ympäristönhallintaan kehitetylle ympäristömittarille on tarvetta?
2. Miten ympäristöriskit tunnistetaan ja huomioidaan hankkeiden toteutussuunnittelussa?
3. Mitkä ympäristöriskit huomioidaan työmailla tyypillisesti hyvin ja mitkä huonosti? Onko jotain käytännön esimerkkejä toteutuneista riskeistä?
4. Millainen on toimiva tapa mitata työmaan ympäristönhallintaa? Mitkä ovat toimivan ja käytännöllisen ympäristömittarin tärkeitä ominaisuuksia?
5. Kuinka usein ympäristönhallintaa arvioiva mittaus tulisi suorittaa?
6. Kenen / keiden pitäisi suorittaa mittaaminen tai osallistua mittaukseen?
7. Mitkä lain mukaan pakolliset ilmoitukset tulisi huomioida ympäristömittarissa?
8. Onko kaluston kunnolle jotain reunaehtoja, jotka vaikuttavat hankintapäätökseen?
9. Tuleeko vielä mieleen jotain, mitä ympäristömittarin kehitystyössä tulisi huomioida?

# LIITE E: TYÖMAAN YMPÄRISTÖNHALLINNAN TARKISTUSLISTA

## Työmaan ympäristönhallinnan tarkistuslista



Laatija(t) \_\_\_\_\_  
 Työmaa/työnro \_\_\_\_\_  
 Laadittu pvm. \_\_\_\_\_  
 Päivitetty pvm. \_\_\_\_\_

nro.	TARKISTETTAVA ASIA	OK	Ei koske urakkaa
<b>1. Työmaan suunnitelmat ja muut asiakirjat</b>			
1.1.	Ympäristösuunnitelmassa on esitetty työmaan ympäristöasioista vastaava organisaatio ja hankkeen keskeisimmät ympäristövaikutukset sekä konkreettisia toimenpiteitä haitallisten vaikutusten vähentämiseksi.	<input type="checkbox"/>	
1.2.	Aluesuunnitelmassa on esitetty ympäristölle haitallisten aineiden varastointipaikat sekä tankkausalue.	<input type="checkbox"/>	
1.3.	Liikenteenohjaussuunnitelmissa on otettu konkreettisesti huomioon kaikkien liikkujien tarpeet ja esteettömyys.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.4.	Työmaalla olevat kemikaalit löytyvät työmaan kemikaalirekisteristä.	<input type="checkbox"/>	
1.5.	Käytettyjen rakennusmateriaalien vaatimustenmukaisuus on selvitetty ja tyyppihyväksyntä löytyy työmaan asiakirjoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.6.	Käytettäessä uusiomateriaaleja tai teollisuuden sivutuotteita rakennusmateriaaleina, materiaali-kohtainen ohjeistus/tyyppihyväksyntä löytyy työmaan asiakirjoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.7.	Työmaan jätehuollosta on kirjallinen sopimus.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
1.8.	Jätteiden ja pilaantuneiden maiden siirtoasiakirjat löytyvät työmaan asiakirjoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
<b>2. Tiedottaminen ja ilmoitukset</b>			
2.1.	Tiedottaminen on hoidettu tarvittavalla laajuudella kaikille osapuolille, joille voi aiheutua haittaa hankkeen toteutuksesta.	<input type="checkbox"/>	
2.2.	Työmaataulusta käy ilmi mitä rakennetaan, kuka rakentaa, kenelle rakennetaan, milloin valmistuu ja työmaan yhteystiedot.	<input type="checkbox"/>	
2.3.	Työmaaoppaassa ja perehdytysaineistossa on esitetty työmaan keskeisimmät ympäristövaikutukset.	<input type="checkbox"/>	
2.4.	Työmaaoppaassa ja näkyvällä paikalla työmaan ilmoitustaululla on paikkakunta-kohtaiset toimintaohjeet ympäristövahingon varalle.	<input type="checkbox"/>	
2.5.	Melu- ja värinäilmoitus on tehty ja päätöksessä esitetyt lupaehdot on huomioitu ja tarvittaessa kirjattu seurattavaksi ympäristöriskimittariin.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
2.6.	Kolmansilta osapuolilta saatu palaute on käsitelty, siihen on vastattu ja näistä löytyy dokumentit.	<input type="checkbox"/>	
<b>3. Päästöt</b>			
3.1.	Melun raja-arvot on selvitetty.	<input type="checkbox"/>	
3.2.	Töiden aikaista melua on mitattu ja mittauksista on dokumentit.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
3.3.	Tärinän raja- tai ohjearvot on selvitetty.	<input type="checkbox"/>	
3.4.	Tärinälle mahdollisesti altistuvat kohteet on katselmoitu ja katselmuksista on dokumentit.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
3.5.	Tärinälle mahdollisesti altistuviin kohteisiin on asennettu tärinämittarit.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
3.6.	Käytettäessä uusiomateriaaleja tai teollisuuden sivutuotteita rakennusmateriaaleina, on selvitetty niiden käyttöön liittyvät riskit ja mahdolliset päästöt.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
3.7.	Työskenneltäessä tunnelissa tai kohteissa, joissa esiintyy radonia, on varmistuttu pitoisuuksista ja vastuutahoista.	<input type="checkbox"/>	( <input type="checkbox"/> )
3.8.	Ilmaan, maaperään ja vesiin kohdistuvien päästöjen torjumiseksi tai pienentämiseksi on esitetty konkreettisia toimenpiteitä.	<input type="checkbox"/>	

## LIITE F: LAAJENNETUN MVR-MITTAUKSEN OHJEISTUS

Mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
<b>1. TYÖSKENTELY JA KONEEN KÄYTTÖ</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>SUOJAINTEN KÄYTTÖ JA RISKIENOTTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi jokaisesta työntekijästä, mukaan lukien kuljettajat. Myös aliurakoitsijoiden työntekijät, mittamiehet, suunnittelija, jne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>työntekijä käyttää tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia</li> <li>ei ota ilmeistä riskiä (esim. putoamisvaara, koneen sopimattomuus työhön, riskialtis koneenkäyttö) eikä aiheuta vaaraa muille</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>TYÖSKENTELYN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi jokaisesta melua, pölyä, tärinää, päästöriskejä aiheuttavasta työstä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>työskentelyssä huomioidaan sen aiheuttamat ympäristövaikutukset (melu, pöly, tärinä, jne.)</li> <li>poravaunuissa käytetään pölynkeräimiä</li> </ul>
<b>2. KALUSTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>TYÖKONEET JA NOSTOKALUSTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi jokaisesta työkonesta lisälaitteineen, sisältäen työskentelyalustan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>koneiden yleiskunto on hyvä ja ne ovat täysin toimivia</li> <li>lisälaitteista havainnoidaan tekninen kunto, kiinnitykset ajoneuvoon, näkyvyys sekä varoituslaitteet ja merkinnät</li> <li>mitään öljy- tai nestevuotoja ei ole havaittavissa</li> <li>työkoneiden letkujen liittimet tai letkut eivät ”hikoile”</li> <li>työkoneissa on imeytysainetta</li> <li>työkoneet eivät ole tarpeettomasti joutokäynnillä</li> <li>koneet ovat työvaiheeseen nähden sopivan kokoisia ja tyyppihyväksytyjä eikä työmaalla ole havaittavissa turhaa odottelua esimerkiksi väärin mitoitetun koneketjun takia</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>PIENKALUSTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi jokaisesta pienlaitteesta (sirkkelit, nostoapuvälineet, hitsauslaitteet, tärylevyt, kulmahiomakoneet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pienkaluston yleiskunto on hyvä ja ne täyttävät laitekohtaiset turvallisuusmääräykset</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>TELINEET, TYÖPUKIT, TIKKAAT, KULKUSILLAT JA PORTAAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi jokaisesta erillisestä rakenteesta</li> <li>julkisivutelineessä havainto jokaisesta työstä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tuenta, perustus, ankkurointi luotettava</li> <li>kaiteet (3 johdetta), tarvittaessa suojakatos</li> <li>telineiden (ml. siirrettävät telineen) nousutienä on oltava portaat, porrastikkaat tai askelmatikkaat tai muu käyttöohjeen mukainen nousutie</li> <li>työpukissa tarvittaessa ohiastumisen estävä rakenne</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>SÄHKÖISTYS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi jokaisesta keskuksesta (&gt;16 A)</li> <li>yksi havainto alueen kaikista kaapelivedoista (&gt;240 V)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sähkökeskukset ja kaapelit on sijoitettu tarkoituksenmukaisesti, suojattu tarvittaessa sekä muuten ehjät ja hyväkuntoiset</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>VALAISTUS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi havainto alueen valaistuksesta aina kun valaistus on tarpeen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>alueella on riittävä yleis- ja työkohdevalaistus</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>EMULSIOPANOSTUSLAITE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yksi havainto emul-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>yleiskunto on hyvä eikä laitteessa ole vuotoja</li> </ul>



	siopanostuslaitteesta	
• PELASTAUTUMISKONTTI	• yksi havainto kustakin pelastautumiskontista	• kontin oven on oltava lukitsematta ja sinne on oltava esteetön pääsy
<b>3. SUOJAUKSET JA VARO-ALUEET</b>		
• PUTOAMISSUOJAUS	• havainto kaikista alueen vapaista reunoista tai aukoista, joissa putoamissuojaus on tarpeen	• putoamissuojaus oltava 2 metrin korkeudesta alkaen • suojakaide (3 johdetta) tai verkkokaide-elementti
• SORTUMAVAARA	• havainto kaikista kohdista joissa on sortumavaara (kaivannot, maaperä, tunnelin katot)	• kaivanto asianmukaisesti tuettu, kallio lujitettu pulituksella / ruiskubetonoitu tai rusnattu, luiskaus mikäli tuentatarvetta ei ole, maamassat läjitetty yli 2 metrin etäisyydelle kaivannon reunasta
• KONEIDEN VAROALUEET	• havainto jokaisen koneen vaatimasta varo-alueesta	• työkoneiden on oltava sijoitettuna riittävän kauas muista työntekijöistä, kaivannon reunoista ja liikenteestä. Koneessa ja sen läheisyydessä on oltava tarvittavat varoitusmerkit.
<b>4. AJO- JA KULKUVÄYLÄT</b>		
• Ulkopuolinen liikenne ja kevytliikenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• yksi jokaisesta alueesta, jossa työmaa vaikuttaa yleisin teihin tai kevyenliikenteen väyliin</li> <li>• jokaisesta liikennemerkeistä ja liikenteenohjauslaitteesta oma havainto. Lamellit, sulkupylyvää ja -kartiot alueittain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liikenne toteutettu turvallisesti, liikennejärjestelyistä on varoitettu varoitusmerkeillä ja -vilkuilla, vaaralliset alueet on eristetty, ulkopuolisten pääsy työmaa-alueelle on estetty</li> <li>• liikennejärjestelyt ovat ohjeistuksen mukaiset. Liikenteenohjauslaitteet ja -merkit ovat näkyvät ja puhtaat</li> </ul>
• TYÖMAATIEDOT	• työmaatie havainnoidaan yhtenä alueena, mikäli se on lyhyt. Muuten työmaatie jaetaan useaan alueeseen	• työmaatiet ovat tarkoitukseen nähden riittävän hyvässä kunnossa. Tarvittavat liikennemerkit ovat paikallaan ja pääsy vaarallisiin paikkoihin on estetty
• KULKUTIEDOT	• yksi havainto jokaisesta alueen kulkutiestä	• kulkutiet ovat tarkoitukseen nähden riittävän hyvässä kunnossa, pääsy vaarallisiin paikkoihin on estetty
• PELASTAUTUMISEN JÄRJESTÄMINEN	• yksi havainto kustakin poistumistiestä	• maanalaisissa louhintakohteista poistumistiet on merkitty ja kulun on oltava esteetön
<b>5. JÄRJESTYS JA VARASTOINTI</b>		
• YLEISJÄRJESTYS	• järjestyshavainto jokaisesta alueesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alueella ei ole työvaiheeseen kuulumatonta jätettä</li> <li>• järjestys hyvä turvallisuuden ja laadun kannalta, maa-aines ei leviä ympäristöön</li> <li>• alueella ei ole työvaiheeseen kuulumatonta materiaalia levällään</li> </ul>
• JÄTEASTIAT	• havainto jokaisesta jäteastiasta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jäteastian ympäristö siisti, jäteastiat kuormattu ja jätteet lajiteltu oikein</li> <li>• jäteastioissa ei ole havaittavissa merkittävää materiaalihukkaa</li> <li>• astioiden yhteydessä on lajitteluohjeet</li> <li>• työpisteiden kuten raudoitusten- tai muottienteko-</li> </ul>

		paikoilla on käsitettävälle materiaaleille omat jäteasiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VAARALLISTEN AINEIDEN SÄILYTYS JA VARASTOINTI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• havainto jokaisesta vaarallisten aineiden varastosta (esim. poltto- ja räjähdysaineet, liuossuolasäiliöt)</li> <li>• havainto jokaisesta kemikaalivarastosta</li> <li>• havainto tankkauspisteistä ja niiden suojauksista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• öljyt, kaasut ja palavat nesteet sekä syntyvät jätteet säilytetään ehjissä ja siisteissä säiliöissä</li> <li>• räjähteet lukitussa, määräysten mukaisessa varastosuojassa</li> <li>• liuossuolasäiliössä ei ole näkyviä vuotoja</li> <li>• emulsiopanostuksen raaka-aineiden varastot merkitty ja lukittu.</li> <li>• kemikaalivarastossa on valuma-allas</li> <li>• kemikaalit säilytetään lukittavassa ja merkityssä varastossa</li> <li>• täyttöasema koostuu valuma-altaasta ja tynnyritelineestä</li> <li>• polttoaineet varastoidaan IBC-pakkauksissa, ne on sijoitettu asianmukaiselle paikalle eikä niissä ole havaittavissa huomattavia lommoja tai vaurioita</li> <li>• jokaisen polttoainesäiliön yhteydessä on imeytysainetta</li> <li>• tankkaussäiliöiden nostolaitteet ovat säädösten mukaiset</li> <li>• kiinteä tankkaus- ja täyttöpaikka on päällystetty kemikaaleja läpäisemättömällä pinnoitteella ja vaarallisten aineiden leviäminen pinnoitteen ulkopuolelle on estetty</li> <li>• materiaalien varastoinnissa noudatetaan valmistajan ohjeita</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ILMANLAATU JA PÖLYNHALLINTA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maanalaisissa kohteissa ja muissa suljetuissa</li> <li>• tiloissa alueittain (yksi havainto per alue)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilmanvaihtolaitteet (puhaltimet, ilmanvaihtokanavat, tunnelissa räättilinjat) ovat ehjät ja kunnossa</li> <li>• aistinvaraisesti ei havaita liiallista pölyä</li> </ul>
<b>TYÖMAAKOHTAISET HAVAINNOT</b>		
Ympäristösuunnitelman, riskienhallintasuunnitelman ja muiden asiakirjojen toteutuminen käytännössä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• havainnot kustakin työlle ominaisesta riskistä (esim. pohjavesialueella työskenneltäessä havainto vaarallisten aineiden käsittelystä, koneiden rasvauksista jne.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• työmaan asiakirjoissa tunnistetut riskit tai muut määräytyvät asiat toteutetaan suunnitelmien mukaisesti</li> <li>• työmaan ollessa pohjavesialueella vaarallisten aineiden täyttö- ja käsittelypaikat on merkitty alue-suunnitelmaan ja suunnitelman noudattaminen toteutuu myös käytännössä</li> <li>• työskentely noudattaa päätöksissä määrättyjä ehtoja (esim. meluavien töiden ajoitus lupaehtojen mukaisesti)</li> </ul>